UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Propuesta de instalación de una planta productora de hilados a partir de fibra de bambú para su exportación

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

Luis Eduardo Paredes Meza

ASESOR

Maria Raquel Maxe Malca

https://orcid.org/0000-0002-5371-9241

Chiclayo, 2025

Propuesta de instalación de una planta productora de hilados a partir de fibra de bambú para su exportación

PRESENTADA POR

Luis Eduardo Paredes Meza

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Ysabel Nevado Rojas
PRESIDENTE

Javier Hipolito Odar Chuye
SECRETARIO

Maria Raquel Maxe Malca
VOCAL

Dedicatoria

Va dedicado principalmente a dos personas que de lejos y de cerca, y una singular manera me han ayudado, mis padres.

Agradecimientos

Agradezco a quienes estuvieron cerca con su apoyo y guiándome en el desarrollo de toda esta etapa, familia, amigos, asesor de tesis, por todos sus ánimos y sugerencias que sirvieron mucho para culminar esta investigación.

Propuesta de instalación de una planta productora de hilados a partir de fibra de bambú para su exportación

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%	12%	1%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	repository.uamerica.edu.co Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	1library.co Fuente de Internet	1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	1%
8	saber.ucab.edu.ve Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen 6
Abstract 7
I. Introducción 8
II. Revisión de literatura 9
III. Materiales y métodos 13
IV. Resultados y discusión 15
V. Evaluación ambiental 29
VI. Discusiones 30
VII. Conclusiones 31
VIII. Recomendaciones 32
IX. Referencias 33
X. Anexos 37

Resumen

Este estudio aborda de manera integral la viabilidad de establecer una planta productora de hilados de bambú en la ciudad de Chiclayo, mediante el proceso Kraft, un método reconocido por su eficiencia en la obtención de pulpa de celulosa a partir de materias primas lignocelulósicas como el bambú, considerando aspectos técnicos, económicos y de mercado. La elección de Francia como mercado objetivo se fundamenta en un análisis detallado de su demanda proyectada y las oportunidades comerciales. La ubicación de la planta, determinada mediante criterios de macro y micro localización, garantiza su optimización. Los resultados económicos obtenidos, con una TMAR del 14.70%, un VAN de S/4 900 943,63 y una TIR del 55%, respaldan la viabilidad del proyecto y su potencial para generar valor económico y social.

Palabras clave: Bambú, hilados, prefactibilidad, diseño de planta

Abstract

This study comprehensively addresses the feasibility of establishing a bamboo yarn production plant in the city of Chiclayo using the Kraft process, a method recognized for its efficiency in obtaining cellulose pulp from lignocellulosic raw materials such as bamboo, considering technical, economic, and market aspects. The choice of France as the target market was based on a detailed analysis of projected demand and commercial opportunities. The plant's location, determined by macro and micro location criteria, guarantees its optimization. The economic results obtained, with a TMAR of 14.70%, an NPV of S/4 900 943,63 and an IRR of 55%, support the viability of the project and its potential to generate economic and social value.

Keywords: Bamboo, yarns, pre-feasibility, plant design

I. Introducción

El bambú es el nombre genérico que se le da a las plantas pertenecientes al grupo de las Angiospermas, de la familia de las *Poaceae*. En el Perú, esta planta también es conocida como guayaquil y se encuentran entre 50 y 56 especies endémicas del país [1], su distribución alcanza casi todo el territorio, sin embargo, sus mayores concentraciones se encuentran en la parte norte y nororiental, específicamente en las regiones de Amazonas, Cajamarca, Piura y San Martín [2].

En el 2022, Perú se posicionó como el segundo exportador de fibras naturales a nivel mundial. Los principales importadores de estas fibras fueron República Dominicana (con un 22,8% del total), Estados Unidos (16,7%) y por último, Alemania completa el podio de compradores con un 15,4% del mercado [3]. Sin embargo, es importante mencionar a la industria textil francesa, que, aunque de menor tamaño en comparación con otros sectores, tiene un impacto significativo especialmente en la alta costura. Siendo también un gran importador de materias textiles, ocupando el cuarto lugar a nivel mundial. [4] [5]

Uno de los muchos usos que se le puede dar al bambú es la producción de fibras textiles a partir de la pulpa de esta, en investigaciones acerca de nuevos textiles alternativos en la India para la fabricación de un hilo de tipo Ikat a partir de la fibra de bambú, constituye como un producto innovador en el mercado sin cambiar lo tradicional aplicando el método de tejido de telar eléctrico para aumentar su productividad. [6]

La producción de bambú en Perú aún es un poco incierta. Se estima que anualmente se comercializan 1 167 330 de cañas hacia el año 2017, provenientes principalmente de 1 167 ha distribuidas en las regiones norteñas de Piura, Amazonas y Cajamarca [7]. Para el año siguiente ya contaba con una extensión de tres mil hectáreas de la especie *Guadua Angustifolia*, de las cuales aproximadamente mil hectáreas se encuentran sembradas en el distrito de La Florida, provincia de San Miguel, región Cajamarca. Sin embargo, según datos de la municipalidad de Echarati, el sector Limoncito en La Florida, en el año 2019 tenía más de 5 mil hectáreas reforestadas de guadua angustifolia [8]

Mather y Wardman [9], en su investigación se dice que las plantas de bambú pueden crecer a hasta 30 m dependiendo la especie, con una razón de crecimiento diario de 0,3 m,

convirtiéndolo en el plantón de madera de más rápido crecimiento. Asimismo, el bambú, posterior a su cosecha, no hay necesidad de volver a plantar y debido a su frondoso crecimiento se puede obtener hasta 20 toneladas por hectárea de fibra, muy por encima a las 2 toneladas por hectárea que ofrece el algodón. Específicamente en Perú, el mayor rendimiento promedio por hectárea de algodón lo posee la región de la Libertad, con 5 904 kg/ha.

En la actualidad, en el Perú, los usos del bambú no son muy conocidos, utilizándose principalmente en construcciones rústicas y en menor medida a nivel industrial, siendo incluso considerado en algunos contextos como un "material para los pobres". No obstante, su relevancia está en aumento por sus beneficios económicos, ecológicos y sostenibles [10]. La implementación de una planta procesadora de hilados de bambú involucraría a toda la cadena productiva y beneficiaría a los productores. Aunque existen limitaciones tecnológicas y de infraestructura que restringen su transformación industrial, se ha comprobado que agregar valor al bambú genera mayores ingresos, empleo y dinamiza la economía local, además de contribuir a la reducción de emisiones de carbono y a los compromisos climáticos nacionales [11] [12]. También destaca su capacidad para recuperar tierras degradadas y absorber CO_2 [13]. A partir de ello, surge la interrogante que guiará el presente proyecto: ¿Será viable la instalación de una planta productora de hilados a partir de la fibra de bambú para su exportación?

La presente investigación tiene como objetivo general el realizar una propuesta de instalación de una planta productora de hilados a partir de fibra de bambú para su exportación. y como objetivos específicos: realizar un estudio de mercado para determinar la viabilidad comercial de los hilados a partir de fibra de bambú; elaborar un estudio técnico y tecnológico para la instalación de una planta productora de hilados a partir de fibra de bambú. y realizar un análisis económico financiero.

II. Revisión de literatura

El sector textil está experimentando una transformación hacia modelos de producción sostenibles y de economía circular, impulsados principalmente por políticas regulatorias y objetivos de descarbonización establecidos para 2030 y 2050, particularmente en la Unión Europea. Esta transición demanda la adopción de materiales ecológicos, la implementación

de procesos de producción responsables y una mayor transparencia en las cadenas de suministro. En este contexto, la sostenibilidad se configura no solo como un imperativo ambiental, sino también como un factor estratégico para la competitividad y el crecimiento a largo plazo de las empresas textiles [14].

Yu, Li, Liu, Lv y Xing describen que la fibra cruda de bambú, obtenida mediante métodos físicos o mecánicos que eliminan impurezas como lignina, pentosano, polvo de bambú y pectina, constituye una fibra natural pura con destacados beneficios. Esta fibra presenta una notable permeabilidad a la humedad, propiedades antibacterianas naturales gracias a la presencia de "silver kun", así como efectos anti ácaros y anti olores, diferenciándose de los tejidos tratados químicamente. Además, su uso no provoca reacciones alérgicas en la piel, garantizando comodidad y cuidado para la salud [15].

Asimismo, Waite [16], describe el proceso de extracción de fibra de bambú para crear lo que algunos fabricantes llaman fibra e hilo de bambú “original”, “bio” y “natural” se utiliza el proceso mecánico, que utiliza un método similar al ramio de la forma siguiente:

- Se cortan en tiras los tallos de bambú.
- Se hierven las tiras de bambú para aflojar y eliminar fibras internas.
- Se añaden enzimas naturales para romper y convertir en una masa blanda al bambú.
- Se peinan las fibras individuales.
- Las fibras se hilan.

Se presenta, además, otra alternativa acerca del procesamiento del bambú para obtener fibra es a través del método Lyocel, el cual no se encuentra dentro de las dos categorías de fibras, las fibras naturales y fibras artificiales, ya que la materia prima para el Lyocell es la celulosa de la pulpa de madera, la cual se descompone químicamente, a seguir, es bombeado entre una hilera de cabezal de ducha y reformado finalmente en fibras más fáciles de hilar. Por ende, el Lyocell puede ser denominado como una fibra regenerada o recuperada. El Lyocell resalta por ser un producto biodegradable, el cual no produce subproductos nocivos para la salud o el planeta [17].

La empresa textil Tencel, dedicada a la fabricación de fibras Lyocell, remarca que estas son versátiles y se pueden combinar con muchos tipos de fibras textiles como el poliéster,

algodón, lana, acrílico y seda para beneficiar la estética y funcionalidad de los tejidos. Entre sus propiedades físicas de las fibras Tencel Lyocell es su gran resistencia, absorción eficiente de la humedad y suavidad para la piel. [18] Este antecedente da a entender que a través del método de Lyocell es posible su utilización para la fabricación de prendas.

Finalmente, las estructuras morfológicas de las fibras de bambú se hallan utilizando un microscopio con un aumento de 1 500x, se puede apreciar que la superficie longitudinal de la fibra de bambú tiene características lisas y uniformes. La superficie longitudinal de la fibra es un conjunto de surcos poco profundos, por otro lado, la sección transversal está cerca de un círculo, el borde tiene una forma irregular de diente de sierra y la estructura de la superficie está relacionada con las condiciones de moldeo. Esta estructura de superficie hace que la fibra de bambú tenga un cierto coeficiente de fricción, y una buena cohesión, lo que se traduce a la formación de la fibra. [19] Muestra las características morfológicas de la fibra de bambú.

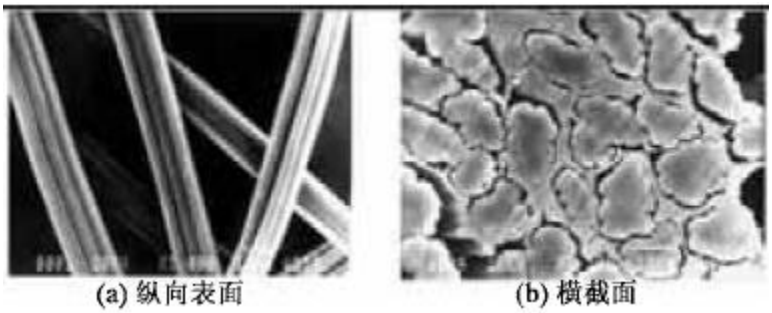


Figura 1: Superficie longitudinal (a) y sección transversal (b) de la fibra de bambú
Fuente: Sui Shuying y Li Ruqin [19]

Waite [16] menciona, que el componente más importante del bambú para fines textiles es la celulosa. Ya fuese que la celulosa se regenere (bambú/viscosa química), o se obtenga mecánica y biológicamente del tallo, los textiles a base de bambú están hechos de fibra de celulosa. Los haces de la fibra de líber están formados de células alargadas de paredes anchas unidas entre sí de lado a lado y de extremo a extremo, y dispuestas en haces a lo largo del tallo. El culmo está alineado con fibras de celulosa a lo largo de su extensión, llevando nutrientes entre las hojas y raíces. Existen dos procesos principales que se usan para fabricar textiles a partir del bambú: el procesamiento químico y el mecánico.

Yacelga [20] desarrolló un estudio experimental en laboratorio para la obtención de celulosa a partir del bambú *Guadua angustifolia*, empleando rodajas de tallos de 1 y 1,5 cm, las cuales

fueron fragmentadas manualmente y luego molidas hasta obtener chips de dimensiones reducidas. A partir de 10 g de estos chips, combinados con agua y distintas concentraciones de NaOH según el número de muestras, se llevó a cabo un tratamiento en autoclave durante 6 horas. Posteriormente, se realizó la separación de celulosa y lignina, esta última evaporada para obtener residuos sólidos. La celulosa fue lavada para eliminar restos de NaOH y lignina líquida, y finalmente secada al sol. Este procedimiento demuestra la viabilidad técnica del método químico para la obtención de celulosa a partir del bambú *Guadua angustifolia*, lo cual constituye un paso clave para su transformación en hilo textil.

También, Estrada [21], es su investigación para la obtención de fibras de bambú, afirma que este no posee un proceso estándar, por lo tanto, el método más utilizado es el Kraft, el cual consta en separar la celulosa, lignina y hemicélulas a través de licor blanco el cual contiene hidróxido de sodio (NaOH), sulfuro de sodio (Na_2S) que apresura la digestión y reduce efectos contaminantes. El proceso inicia con un digestor u autoclave, en donde se introduce las astillas y el licor blanco que ha sido previamente llevado a temperatura de 105 – 115°C por cuatro horas, luego se ejecuta a enfriar y separar las fibras del licor negro con un tamiz, la pulpa hasta que alcance un pH = 7 con múltiples lavados y finalmente en un desecador se selecciona y seca las fibras. Afirma que también es posible obtener hilados por método Kraft.

En el ámbito textil, la fibra de bambú se clasifica en natural y regenerada, diferenciándose por su método de obtención y sus implicancias ambientales. La fibra natural de bambú, conformada por haces de fibras individuales mayores a 30 mm, destaca por su resistencia y sostenibilidad, aunque su producción demanda una elevada cantidad de materia prima —entre 9 y 10 toneladas de bambú redondo por tonelada de fibra—. En contraste, las fibras regeneradas, como la viscosa y el Lyocell a partir de pulpa de bambú, si bien también son celulósicas, presentan procesos menos eficientes. No obstante, el método Lyocell ha sido señalado como ambientalmente seguro por emplear agentes químicos no peligrosos, manteniendo un enfoque sustentable en la producción textil [22] [23].

Por otro lado, Quintero et al. [24] Explican que para la extracción de haces de fibras de la caña *Guadua Angustifolia,* se observó que las superficies que son tratadas con NaOH tienen un mejor rendimiento, ya que este tratamiento elimina componentes como la lignina y la hemicelulosa, los cuales mejoran las propiedades mecánicas de los haces de fibra. Además,

cuando se utiliza tramos de fibra de 10mm tiene mejor resistencia a tracción, ya que tiene un menor número de defectos, por otro lado, si el tramo de fibra es de 15 mm, esta mejora su módulo de elasticidad debido a que hay un mayor número de enlaces alineados en la dirección de la fuerza aplicada.

El estudio realizado por Álvaro-Gracia Heredero (2020), titulado *"Plan de negocio y estudio de viabilidad de una empresa de ropa sostenible: Modeco"*, analiza la factibilidad económica de una empresa dedicada a la moda sostenible mediante el uso de fibras naturales y biodegradables. Utilizando herramientas financieras como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), se concluye que el proyecto es rentable incluso en un escenario pesimista, donde se estima un VAN de 215 764,06 € y una TIR del 58%, con un período de recuperación de la inversión de aproximadamente 3 años y 2 meses [25].

III. Materiales y métodos

Estudio de mercado

El estudio de mercado acerca de la obtención de hilo a partir de la fibra de bambú, se ejecutó a través de un análisis del mercado, en donde se tuvo que recabar información acerca de factores como la demanda, precio y zona de influencia, sin embargo, para encontrar dicha información se tuvo que basar en un producto similar al que el proyecto lleva a cabo, debido a que el hilo de bambú no es un producto de consumo masivo, es este sentido, se utilizó los datos históricos de la demanda y precio desde el año 2019 al 2023 del algodón cardado y peinado con la partida arancelaria 52.03.00 obtenidas del portal de Trade Map [26]. De esta manera, para ubicar el país al cual exportar el producto, se utilizó dicha partida arancelaria para conocer quiénes son los mayores importadores de algodón cardado así, se eligieron a los 5 primeros de la lista y a Estados Unidos por ser el principal importador de textiles de Perú, con esto se analizó factores que influyen en el mercado en el Anexo 1, posteriormente dichos candidatos fueron analizados en una matriz de factores ponderados para hallar el país de destino. De manera que, con los datos de importación del país de destino, se realizó la proyección de cinco años para los factores de mercado de oferta, demanda y precio en donde se utilizó el método de regresión lineal para todos los casos. Las tendencias clave que dan soporte a este proyecto es que la industria textil francesa está optando cada vez más por prácticas más sostenibles, como el uso de materiales ecológicos. Además, se espera que la

industria textil francesa crezca en los próximos años debido a la demanda mundial de los textiles

Localización de planta

Para la localización de la planta se llevó a cabo la macro y micro localización, que, según Miranda [27], consiste en determinar el lugar que ofrece las condiciones mejores para la ubicación del proyecto y la micro localización es establecer el punto preciso donde se edificará la planta dentro de la región, estos implican aspectos sociales y de producción, los cuales se analizaron por medio de un cuadro de enfrentamiento con valores ponderados para obtener finalmente el lugar de establecimiento.

Ingeniería y Tecnología

La ruta a tomar en cuenta en este punto fueron el plan de producción, seguido de indicadores de capacidad, producción, así como la cantidad de insumos y materia prima necesaria para el proceso. Además, se describió el proceso de obtención de hilo de bambú junto con el balance de materia detalladamente con entradas y salidas de recursos. Con esta información, se dio paso a la elección de la maquinaria y sus características técnicas que va a requerir el proceso.

El tamaño de la planta se determinó basándose en la producción proyectada del último año. Para la distribución del espacio, se aplicó el método Guerchet en el área de producción, considerando la ubicación de la maquinaria. En el caso de las áreas administrativas, se siguió el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), estipulados por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [28] [29] [30].

Evaluación económica-financiera

Se determinó por datos consultados de inversión tangible e intangible, la mano de obra, materiales directos e indirectos, además de los gastos administrativos, comerciales y financieros. Dichos datos se agruparon para obtener indicadores como el VAN y el TIR, que expresan la viabilidad del proyecto, que de acuerdo con Altuve [31] estos tienen un papel de trascendencia abordar una decisión financiera.

IV. Resultados y discusión

Estudio de mercado

Actualmente existe la tendencia por la adquisición de productos ecológicos o bio, es decir por aquellos que desde su obtención como en su proceso productivo no presentan daños considerables hacia el medio ambiente, por lo cual la fabricación de hilados a partir de bambú es idónea para el mercado contemporáneo.

Para establecer el mercado objetivo se utilizó el método de factores ponderados entre los países que más importan algodón cardado o peinado a nivel mundial según la partida arancelaria 52.03.00, de entre los cuales destaca Vietnam, Taipéi Chino, España, Francia, en cuanto a valor importado y por último se consideró a Estados Unidos por ser el mayor importador en cantidad de textiles peruanos. Para ello, se tuvo en cuenta los siguientes factores: cantidad importada, balance comercial, barreras arancelarias, indicadores económicos y el ranking para hacer negocios, mostrado en el Anexo 1.

Con el análisis de los factores, se obtuvo como resultado a Francia (Anexo 2), luego a partir de datos históricos de la demanda se realizó la proyección de la cantidad estimada que el país va a importar, en donde a partir del año 2023 se produce un leve pero progresivo incremento de las importaciones francesas de algodón cardado o peinado que se extiende hasta el año 2030 (Figura 2). Asimismo, se ha estimado una cuota de mercado del 6% que el proyecto pretende abarcar como se indica en la Tabla 1.

Para obtener de la demanda insatisfecha se ha considerado dos aspectos fundamentales. En primer lugar, el balance comercial que es la diferencia entre exportaciones e importaciones, para el caso Francia registra déficit, tal como se aprecia en el Anexo 3, sin embargo, un balance comercial negativo no es un signo desfavorable, sino que presenta beneficios potenciales como la oportunidad para la inversión extrajera y estimular la demanda interna, ya que los consumidores tienen acceso a una amplia variedad de bienes y servicios importados. En segundo lugar, se examinó la demanda histórica del país obtenido de las importaciones, para luego realizar un pronóstico para los siguientes 6 años. [32] [33]

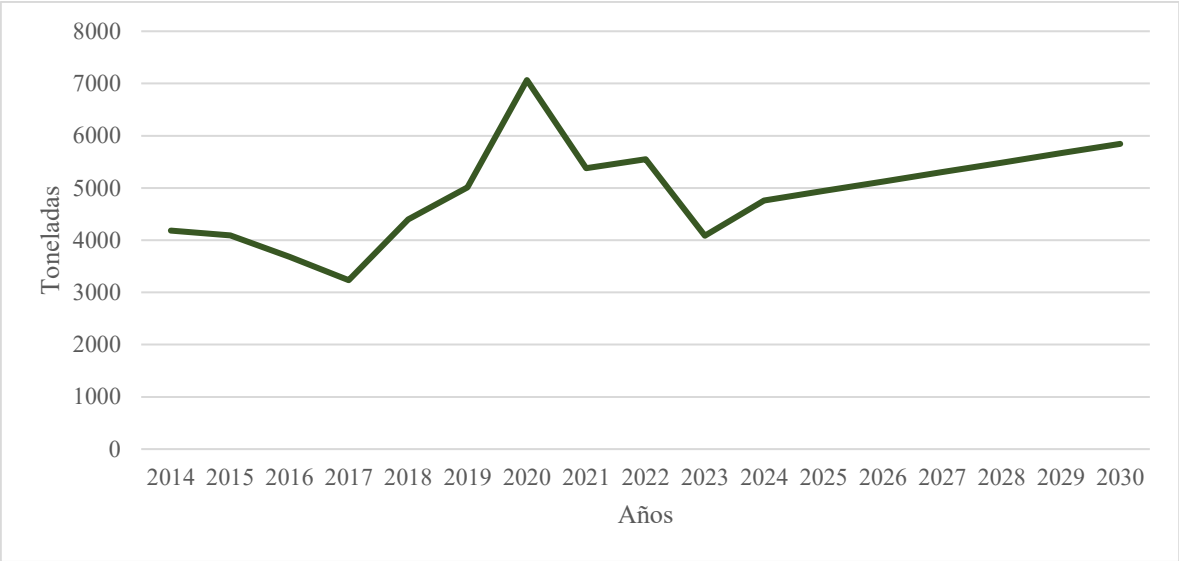


Figura 2. Demanda histórica y proyectada de Algodón Cardado o Peinado
Fuente: Elaboración propia en base a Trade Map

Para el plan de ventas se utilizó también data histórica del precio por tonelada (Anexo 4) del algodón cardado o peinado, que en el año 2023 figuraba a un precio de 4 295$/toneladas, mientras que la proyección para el año 2029 asciende a un valor estimado de 6 690$/tonelada, lo cual se ve reflejado el programa de ventas en la Tabla 1.

Tabla 1. Programa de ventas de hilo de bambú para un periodo de 5 años

Año	Programa de ventas (t)	Total de ingreso (USD$)	Total de ingreso (Soles)
2025	296	1 250 940	4 691 024
2026	307	1 435 464	5 382 990
2027	318	1 630 028	6 112 606
2028	329	1 834 632	6 879 871
2029	340	2 049 276	7 684 786

Fuente: Elaboración propia en base a Trade Map

Producto principal y subproductos

Uno de los múltiples usos que tiene el bambú, es el poder extraer de fibras textiles de su corteza. De estas fibras a través de ciertos procesos es posible obtener hilados, los cuales tienen características similares a otros hilos de diferentes materiales, pero con el que tiene mayor relación son los que se obtienen a partir del algodón. En cuanto a sus especificaciones comerciales, los hilados de bambú se van a presentar en bobinas cilíndricas de 5 cm de

diámetro y el producto final (hilo y bobina) tendrá un diámetro de 20 cm. Los subproductos derivados del proceso son principalmente desperdicios que terminan siendo tratados.

Características, composición, propiedades, vida útil, requerimientos de calidad.

Shuying y Ruqin [19] indican que, las resistencias seca y húmeda de las fibras de viscosa ordinaria son 2,26 cN/dtex y 1,46 cN/dtex, respectivamente. La resistencia de las fibras de bambú en estado húmedo y seco es de 2,49 cN/dtex y 1,54 cN/dtex, respectivamente. Con la fibra de viscosa está cerca de la básica, ligeramente más alta que la fibra de viscosa; la fibra de bambú tiene una resistencia seca a la rotura de 17,50 %, y una resistencia húmeda a la rotura de la elongación de 7%. El módulo inicial de seco y húmedo de la fibra de bambú es ligeramente superior al de la fibra de viscosa, lo que indica que la fibra de bambú tiene un mejor módulo inicial que la fibra de viscosa ordinaria.

En la investigación de Rathod y Kolhatkar [34] se puede apreciar una comparativa entre la fibra de algodón y fibra de bambú, como se muestra en la Anexo 6. En ciertos aspectos, el algodón tiene mejores características de fibra, como resistencia y contenido de humedad, que el bambú. Pero en caso de alargamiento, índice de fibra corta, longitud media e índice de uniformidad, la fibra de bambú es mejor que la fibra de algodón.

Localización de la planta

Conocer el lugar en donde se va a establecer una empresa es un punto importante ya que va ligado al éxito o fracaso de esta, y para el caso se realizó el análisis a nivel de micro y macro localización entre las regiones de Lambayeque y Piura como se observa en el Anexo 7. Los factores a analizar fueron la disponibilidad de materia prima, volúmenes de producción, condiciones de acceso, disponibilidad de mano de obra, costo de transporte, suministro de agua, suministro de energía eléctrica y factores climáticos, dicho esto, el análisis a nivel macro dio como resultado a la región de Lambayeque, de tal manera, para el análisis a nivel micro se seleccionó a sus tres provincias (Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe) y mediante la confrontación de los factores, se obtuvo como resultado la provincia de Chiclayo (Anexo 8) en el centro poblado de San Nicolás, en gran medida por su ubicación cercana a la materia prima y disponibilidad de tierras (Figura 3).

Figura 3. Ubicación de la planta productora de hilados
Fuente: Google Earth 2021

Especificación del proceso y tecnología

Ingeniería y materiales

En el año 2016, Fuentes, Moreno, Peña, et al. [35] En su investigación determinan que en el Perú existen condiciones favorables para obtener la fibra de bambú, asimismo, resaltan que hay una alta disponibilidad de materia prima la cual está dispersa a lo largo de las tres regiones del país, resaltando que es una especie textil que se puede adaptar fácilmente a los diversos suelos y climas. Por último, asegura que el textil de caña de bambú para la fabricación de prendas de deporte es un negocio rentable y viable en el Perú, esto se refleja al comprobar que existe una aceptación del 97% en el mercado de este tipo de prendas a base de la fibra de bambú. El proceso con el que se va a llevar a cabo la extracción de fibras del bambú, es el método Kraft que utiliza una solución de hidróxido de sodio y sulfuro de sodio

Extracción de fibra de bambú: En este proceso se aprovechan los culmos del bambú que posee la caña de bambú; esta región de la planta se caracteriza por tener un diámetro y grosor uniforme, además de alcanzar varios metros de largo, que pueden variar entre los 4 y 8 metros. La manera para proceder a su extracción será de manera longitudinal, debido a que esta medida mejora la resistencia a la tracción. Para ello, se ha planteado una distribución por producto o en línea, en la cual las máquinas se organizan siguiendo la secuencia lógica del proceso. Esta disposición permite un flujo continuo y ordenado del material, optimiza el espacio, reduce los tiempos de traslado y facilita el control de calidad en cada etapa.

Lavado 1: Este proceso se lleva a cabo en extraer la mayor cantidad de residuos que lleva la fibra con el uso de agua, dichos residuos son principalmente extractos y cenizas, y el contenido de estos va a variar según los factores climatológicos y también a la edad de la caña de bambú (Guadua).

Digestión alcalina: Esta etapa permite deslignificar la fibra natural mediante el empleo de una solución, denominada licor blanco que está compuesta por NaOH (hidróxido de sodio), Na_2S (sulfuro de sodio) y agua, al agregar la fibra de bambú anteriormente acondicionada junto con el licor blanco al digestor, comienza un proceso de cocción en donde los reactivos que constituyen el licor blanco permiten modificar la orientación interna de la pared estructural de la fibra y se consigue la separación de la hemicelulosa y lignina, el líquido procedente de este se le denomina licor negro debido al color característico que corresponde a la lignina y compuestos residuales que pueden haber quedado luego de la reacción y este debe someterse a una serie de procesos que posibiliten su recuperación debido a que es un líquido residual peligroso.

Lavado 2: Es el segundo lavado dentro del proceso, la cual tiene la función de retirar la mayor cantidad de residuos que lleva la fibra luego del proceso de digestión alcalina, dado que, después de este, la fibra queda impregnada con diversos compuestos que no son necesarios para el producto final, asimismo, dichos compuestos pueden llegar a reaccionar y generar compuestos indeseados. Teniendo en consideración que la cantidad de Na_2S (sulfuro de sodio) y NaOH (hidróxido de sodio) es importante, se debe retirar la mayor cantidad posible, denominándose a esta sustancia licor blanco, al implementar esta etapa se espera retirar un aproximado del 75%.

Blanqueo: En esta etapa se busca eliminar la mayor parte de lignina contenida en la pulpa de fibra de bambú de las etapas anteriores, cabe recalcar que de la etapa de digestión alcalina se logra eliminar un 98% de lignina, sin embargo, es importante lograr extraer en su totalidad dicha sustancia, la cual la etapa de blanqueo logra hacer.

El tratamiento de blanqueo consiste en la adición de NaOH (hidróxido de sodio), la cual procede de la etapa anterior, y el Na_2S (sulfuro de sodio), de acuerdo a resultados anteriores, determina que esta etapa es de importancia ya que a medida que la fibra pasa tiempo en el

equipo de blanqueo, se va consiguiendo una fibra modificada con el menor contenido de lignina posible.

Lavado 3: En esta etapa corresponde al último lavado dentro del proceso y después del blanqueo, es importante eliminar la mayor cantidad posible de residuos que le disminuyen la pureza a la fibra de bambú, es por ello su implementación.

Secado: El agua procedente del tercer lavado debe ser extraído, por lo que se deberá eliminar mediante el secado, ya que es importante conseguir una fibra con el menor porcentaje de humedad posible. Las ventajas que ofrece este proceso corresponden a una mayor estabilidad en cuanto a su forma, dado que al cercar disminuye sustancialmente los cambios que genera el contenido de humedad, asimismo, aumenta la resistencia mecánica, los cuales se reflejan en sus cualidades físicas, esto es en parte a que, al extraer el agua de la fibra, su masa se disminuye y en consecuencia su densidad también lo hace, obteniendo un producto de liviana característica.

Hilado: En esta etapa se trata de la transformación de la fibra obtenida en hilos, es el proceso final antes del almacenado, se debe tener en cuenta el examinado del hilo, para que este no presente discontinuidades o hebras imperfectas que dañe la calidad del producto, este proceso es llevado a cabo por una maquina mecánica que a su vez se encarga de realizar el envasado en conos.

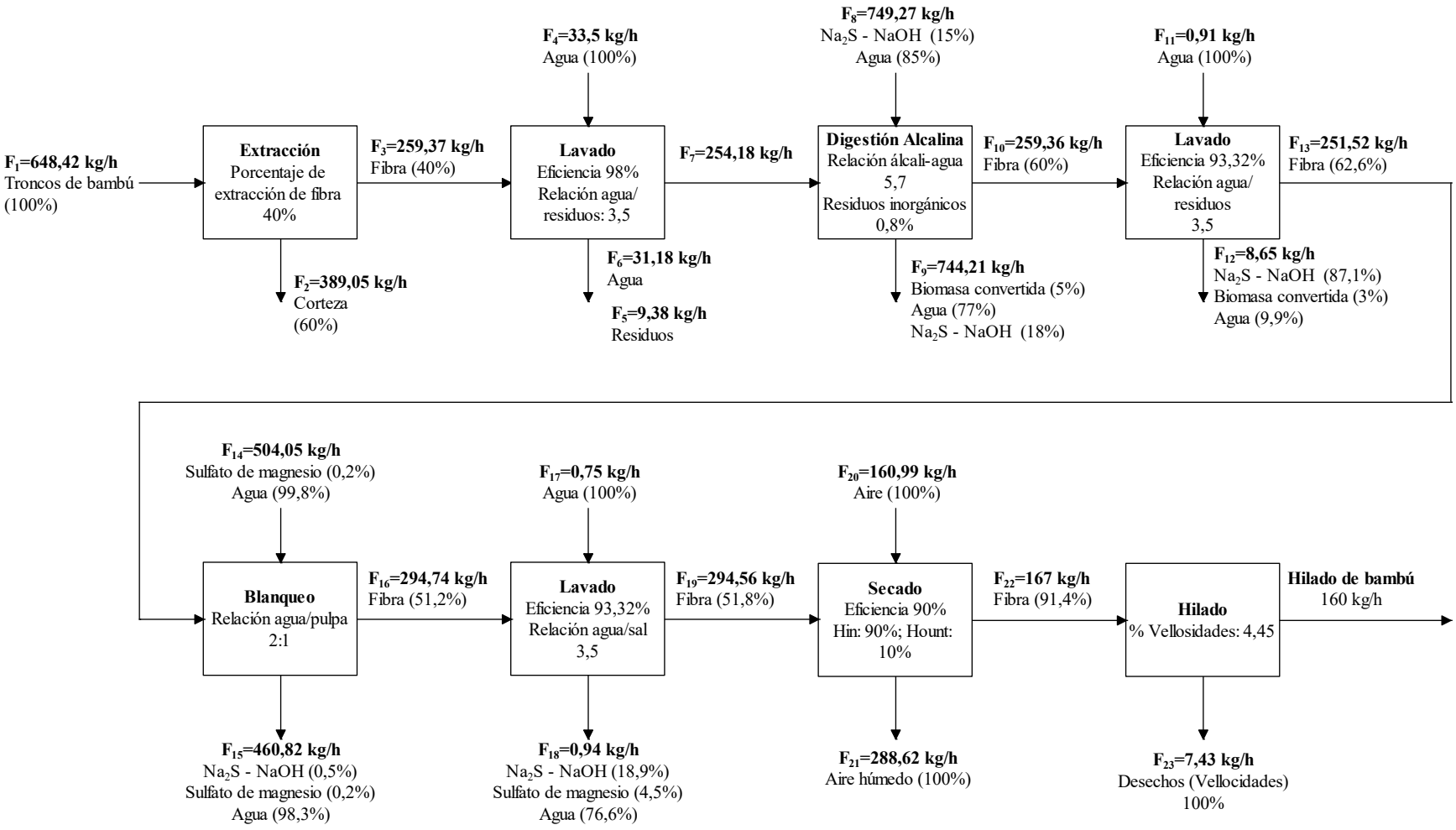


Figura 3. Balance de materia

Fuente: Propia en base a Hincapié [36]

Diseño y distribución de planta

Producción: El área de producción se calculó mediante el método de Guerchet, dado que en este lugar es donde se van a ubicar las máquinas, es preferible optar la medición de esta con el tamaño de las maquinas con lo cual se obtuvo un área de 737m^2.

Almacén de Materia Prima: Para conocer el área del almacén de materia prima se tuvo en cuenta el tamaño de la caña de bambú que en promedio alcanza los 8 metros de longitud y también de la producción diaria de hilado de bambú, con lo cual se obtuvo un resultado de 200m^2.

Almacén de Producto Terminado: El tamaño de esta área va ligado a la producción de hilados de bambú, dado que el producto será destinado para el mercado extranjero, se va a almacenar en pallets con lo cual el área destinada para el almacenaje del producto terminado será de 200m^2.

Laboratorio de Control de Calidad: Se toma en cuenta los instrumentos para tomar en cuenta las características para lo cual se requerirá un área de 40m^2.

Almacén de insumos: Los aspectos que van a determinaron el área de 80m^2, son de acuerdo a la cantidad de insumos que va a requerir el sistema productivo para un tiempo de 7 días de producción.

Mantenimiento: El área de mantenimiento se calculó mediante el método Guerchet, y dado los componentes que se necesitan para el desenvolvimiento adecuado del puesto, tendrá un área de 15m^2.

Seguridad: El área de seguridad tendrá un área de 4,1m^2, el cual se calculó mediante el método Guerchet, teniendo en cuenta los elementos que se instalarán en dicha área.

Oficinas Administrativas: Las áreas administrativas comprenden todas aquellas que se función se realizan en oficinas, de las cuales comprenden las áreas de ventas, finanzas, logística y gerencia. De acuerdo con el Artículo 6 de la Norma Técnica A.080, es necesario tener 9,5m^2 de espacio por persona, es decir que para el desenvolvimiento de 7 personas se va a requerir un área de 66,5 m^2.

Servicios Higiénicos Administrativos: De acuerdo al Artículo 15 de la Norma Técnica A.080, se debe instalar para el caso de varones, (1) lavatorio, (1) urinario y (1) inodoro, para el baño de las mujeres se deberá instalar (1) lavatorio y (1) inodoro, finalmente tendrá un área de $5m^2$ para cada uno de los servicios higiénicos

Servicios Higiénicos Producción: Según el Artículo 21 de la Norma Técnica A.060, para una cantidad de 0 a 15 trabajadores, es necesaria la instalación de (1) lavatorio, (1) urinario y (1) inodoro para el baño de los varones, para el baño de las mujeres se requerirá de (1) lavatorio y (1) inodoro, de tal manera, cada S.S.H.H. tendrá un área de $5m^2$.

Estacionamiento: El Articulo 54 de la Norma Técnica A.010 indica que, para más de 3 estacionamientos continuos, cada espacio deberá tener el ancho de 2,4m y el largo de 5m, es decir para el proyecto se necesitará el $200m^2$ para cinco estacionamientos continuos.

Patio de maniobras: Éste contará con el espacio suficiente para que dos semi-trailers ingresen a descargar o llevar el producto terminado, de acuerdo al Artículo 18 del Capítulo III del Reglamento Nacional de Edificaciones, el radio de giro a tomar en cuenta es de 14m y en el Artículo 25 del Capítulo IV del mismo, indica que el área del patio de maniobras deberá estar relacionado con la demanda de carga y descarga de mercancía, para lo cual se determinó un área de $625m^2$.

Tabla 2. Resumen de áreas

Áreas de planta	m^2
Producción	737
Almacén de materia prima	200
Almacén de producto terminado	200
Control de calidad	40
Almacén de insumos	80
Mantenimiento	15
Oficinas administrativas	66,5
SSHH personal administrativo	5
SSHH producción	5
Puesto de vigilancia	4,1
Estacionamiento	200
Patio de maniobras	625
Área total m^2	**2 177,6**

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, para realizar una adecuada disposición de las áreas que va a contemplar en su totalidad el proyecto fue necesario utilizar el método de relación según las actividades que se realice, el cual se puede observar detalladamente en el Anexo 18, en donde "A" refleja la mayor relación y "X" una relación inexistente. Finalmente, ésta relación va directamente plasmada en el plano de la planta ubicado en el Anexo 19.

Tipo de organización y requerimiento de trabajadores

La organización para la empresa será del tipo formal, con lo cual estará estructurado con jefaturas y sub áreas que tomen sus propias decisiones y serán responsables de sus resultados, que tendrán que ser presentados a su jefe inmediato, los cuales deberán lograr los objetivos establecidos por la empresa. De esta manera, cada área estará representada por un jefe con especialización en el puesto, así mismo, el número de trabajadores necesarios para el funcionamiento de la empresa se encuentra en el Anexo 9, los cuales se encuentran desde el personal de producción hasta las áreas administrativas. A continuación, se presenta el organigrama de la empresa.

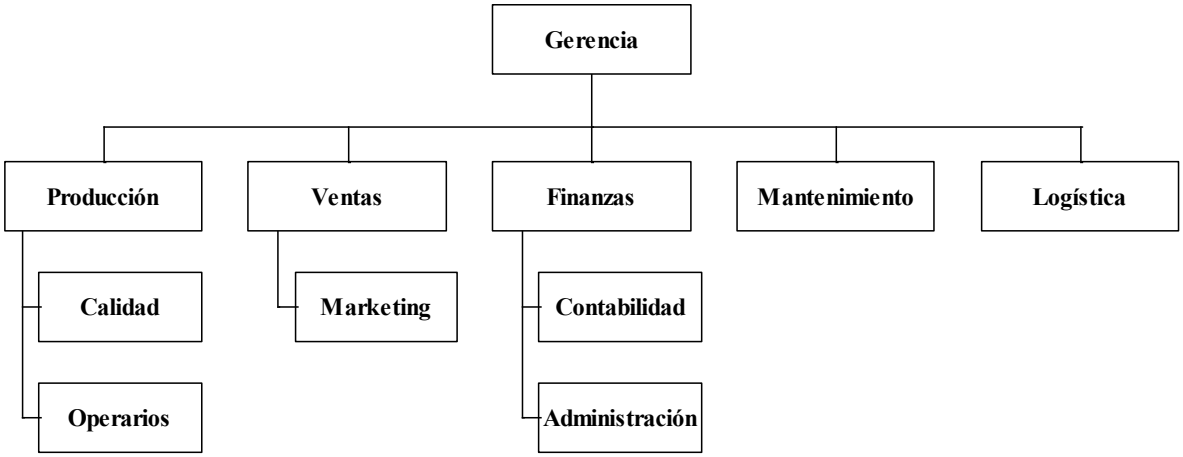


Figura 3. Organigrama de la empresa
Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la viabilidad económica y financiera

Terreno: Dado que el terreno se ubica en una zona con baja producción de cultivo y de poca infraestructura a sus alrededores tiene un costo de S/562 500.

Construcciones e infraestructura administrativa: De acuerdo a los precios establecidos por la R.M N° 270-2020-Vivienda, para la construcción del área administrativa se tendrá un costo de S/186 760.

Construcciones e infraestructura industrial: Abarca las áreas que tienen influencia dentro del proceso de elaboración del hilo de bambú, la cual tiene un costo de S/ 1 256 801.

Maquinaria y equipos: La maquinaria elegida son los necesarios para la transformación de la materia prima (culmos de bambú) hasta el producto terminado (hilado de bambú), para lo cual se tiene un costo en conjunto de S/765 000.

Equipos de producción: Es el necesario para el transporte del producto terminado, siendo un costo de S/. 1 050.

Equipos de oficina: Es importante establecer y detallar los equipos de oficina ya que será utilizado por trabajadores de distintas áreas, las cuales dan como resultado un total de S/29 361.

La suma de todos los costos de inversión fija llega a la cifra de S/2 824 146, tal como se muestra en la Tabla 3, donde se resume los costos.

Tabla 3. Resumen de costos de la inversión tangible

Inversión tangible	Total (S/)
Terreno	562 500
Máquinas	765 000
Equipos de producción	1 050
Equipos de oficina	29 361
Construcciones administrativas	192 385
Infraestructura industrial	1 444 300,63
Equipos de laboratorio	10 000
Equipos auxiliares	12 675
Total	3 017 271

Fuente: Elaboración propia

Luego se analizan los costos de la inversión diferida que, abarcan los gastos pre operativos, los cuales representan los trámites y documentos necesarios para poner en marcha el proyecto antes de empezar la construcción de la planta. Entre ello se tiene la licencia de construcción, del municipio, defensa civil, los cuales son otorgado por las autoridades competentes al caso, en la Tabla 4 se puede observar de manera detallada dichos gastos.

Tabla 4. Gastos pre operativos

Items	Cantidad	Total (S/)
Licencia del municipio	1	1 313
Licencia para construcción	1	1 500
Certificado de defensa civil	1	1 500
Inscripción a registros públicos	1	938
Planos de planta	1	128 775
Flete de maquinaria	1	7 500
Instalación de maquinaria	6	688 500
Total		**830 025**

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5, se puede observar un resumen de la inversión tangible, que abarca todos los bienes físicos, y la inversión intangible, que son todos aquellos bienes no físicos que es de importancia para el desarrollo del proyecto, además, se puede observar que se ha tomado un 5% de la suma de las inversiones en improvistos que pueden ocurrir durante la ejecución del proyecto la cual llega a la cantidad de S/3 837 929,63. Asimismo, se menciona la cantidad ser financiada la cual será del 54% del total invertido y la inversión propia de 46%.

Tabla 5. Resumen de inversión

Descripción	Inversión total	Inversión propia	Financiamiento
	Inversión tangible		
Terreno	562 500	562 500	
Máquinas	765 000		765 000
Equipos de producción	1 050	1 050	
Equipos de oficina	29 361	29 361	
Construcciones administrativas	192 385	192 385	
Infraestructura industrial	1 444 300,63	1 444 300,63	
Equipos de laboratorio	10 000	10 000	
Equipos auxiliares	12 675	12 675	
Total inversión tangible	3 017 271,08		
	Inversión intangible		
Gastos pre operativos	830 025		830 025
Estudios	1 000	1,000	
Total inversión intangible	831 025		
Imprevistos (5%)	192 414,80		192 414,80
Inversión Total (s/)	4 040 711	2,253,271	1 787 440
% de inversión		56%	44%

Fuente: Elaboración propia

Luego, se obtienen los gastos financieros, para lo cual se tuvo en cuenta la información de la superintendencia de banca y seguros que, el préstamo con interés más bajo para medianas empresas y a un plazo mayor a 365 días lo tiene el banco Banbif con una tasa de 9,31% anual, siendo el periodo de recuperación de 5 años, como se muestra en el Anexo 25.

En el apartado del presupuesto de costos, en primer lugar, se va a considerar el costo de los materiales que se van a utilizar para un año de producción los cuales llegan al valor S/668 006,79 para el primer año de producción, incrementándose de año a año dado a la proyección de la demanda; asimismo se consideran los salarios de los trabajadores involucrados en el proceso (Anexo 28), teniendo el mínimo sueldo que se le puede otorgar a alguien de acuerdo a las normas nacionales que es el valor de S/1 025 para los 10 operarios dentro de planta, además se considera un adicional de 40% del salario en términos de beneficios, en adición se consideran los costos en cuanto a la electricidad consumida por las máquinas las cuales para el año 1 tiene un costo de S/448 974,85.

Cabe resaltar que, para costos aparentemente constantes como el consumo eléctrico, los útiles de oficina entre otros, se va a considerar un incremento anual del 3% [37], dado que refleja el aumento de los precios causados por inflación por asuntos macro y micro económicos y es la cifra dentro de los parámetros que maneja el BCRP para la estabilidad económica nacional.

Asimismo, se debe asumir los costos por depreciación de las máquinas dentro del proceso productivo, ya que estas pierden su valor con el pasar de los años, para lo cual la SUNAT tiene el porcentaje de devaluación establecido para maquinaria el cual es del 20%, el cual se puede observar en el Anexo 30.

En los gastos administrativos se tiene en cuenta los salarios de quienes laboran en las áreas que comprende esta, el total destinado para el sueldo administrativo es de S/41 300 para el primer año, incluyendo 40% en términos de beneficios. Otros gastos administrativos suman la cantidad de S/550 para el año 1 como se puede observar en el Anexo 31.

También, para la comercialización del producto final es necesario contar con un agente aduanero, que va a ser el encargado que la mercancía llegue adecuadamente al país de destino, el cual se estima un gasto de S/12 000 para el primer año, por otro lado, también se considera el transporte dentro del país de origen de la mercancía hacia el puerto de embarque, el cual se estima un gasto de S/84 000, viéndose detalladamente en el Anexo 32.

Por otro lado, en el Anexo 33 se observa el resumen de los costos totales que contempla este proyecto, los cuales alcanzan la suma de S/1 899 325 para el primer año de producción, posteriormente alcanzaran el estimado de S/2 187 193 para el quinto año de producción.

En Anexo 34 se muestran el estado de ganancias y pérdidas en donde al primer año se presenta utilidades por S/1 173 144,06, sin embargo, para el año 2 se presenta una disminución, generadas principalmente por la demanda del país al cual se va a exportar, por otro lado, a partir del tercer año las utilidades empiezan a aumentar gradualmente. En el flujo de caja mostrado en el Anexo 35 las utilidades acumuladas en el primer año presentan un resultado negativo de S/-1 364 285,57 principalmente por los gastos de inversión, sin embargo, los siguientes años presentan saldos positivos que se incrementan a lo largo de los años, donde en el quinto año se presenta una utilidad acumulada de S/5 705 355,50.

Finalmente se realizó la evaluación económica-financiera teniendo en cuenta el flujo de caja, del cual desprenden indicadores como la Tasa Mínima Aceptada de Rendimiento (TMAR), Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el análisis Beneficio/Costo (B/C), lo cual decidirá si el proyecto es económicamente viable. En primer lugar, para el valor de la TMAR se considera la tasa de inflación de los últimos cinco años hasta diciembre del año 2023 ascendió a 4,93% de acuerdo a datos del INEI.

Asimismo, en relación al VAN se obtuvo S/4 900 943,63, con un TIR de 55%, además a esto se le adiciona el B/C, el cual dio como resultado 1,52, interpretándose de tal manera que, por cada S/1,00 invertido, se obtendrá una ganancia de S/0,52.

V. Evaluación ambiental

De acuerdo a Estrada [21], saber determinar qué hacer con el licor negro, se necesita tener en cuenta asuntos de sanidad y seguridad que impidan la contaminación o la destrucción de organismos. De esta manera, a continuación, se detalla uno de los procesos para recuperar este residuo y en el Anexo 36 se puede observar un resumen del proceso:

<u>Evaporación</u>

Reside en evaporar el líquido excedente con calor. Mientras este proceso se produce, un número pequeño de reacciones químicas, haciendo que el proceso se mantenga esta estable. El producto es un incremento de la concentración de sólidos en el licor aproximadamente de 20% a 80%.

<u>Combustión</u>

Esta etapa se lleva a cabo en una “caldera de recuperación” y radica en someter los residuos a muy altas temperaturas, de tal forma que algunos elementos se evaporen (CO_2, N_2, O_2, H2O, SO2, CO, NO, entre otros) y otros se fundan (Na_2CO_3, Na_2S, Na_2SO_4, NaCl, NaOCN, entre otros). Luego de ingresar por la cámara de recuperación, los excedentes líquidos se mezclan y se filtran para quitar impurezas. La sustancia liquida que se obtiene se este proceso se llama “licor verde”.

Caustificación

El licor verde se combina con cal (CaO). Esto causa reacciones químicas que lo convierten en licor blanco, por lo que es factible reutilizarlo en diversos procedimientos como en la extracción de fibras, comenzando el ciclo una vez más.

VI. Discusiones

El análisis teórico respalda que la industria textil mundial enfrenta una transición estructural hacia modelos sostenibles, donde las fibras ecológicas como el bambú adquieren un rol estratégico [14]. Las propiedades intrínsecas de la fibra de bambú —alta permeabilidad a la humedad, resistencia adecuada, propiedades antibacterianas naturales y bajo riesgo alérgico— la posicionan como una alternativa diferenciada frente a fibras tradicionales como el algodón [15]. Además, métodos como el Lyocell y el procesamiento mecánico permiten obtener hilados de bambú bajo parámetros de bajo impacto ambiental, aumentando su atractivo comercial en mercados donde la trazabilidad y sostenibilidad son requisitos crecientes [23]. En el estudio de mercado, si bien la baja masificación del hilo de bambú requirió extrapolar datos a partir de la partida del algodón cardado y peinado, las proyecciones de demanda en Francia (mercado objetivo) muestran una tendencia de crecimiento progresivo hasta el 2030, sustentada en el impulso hacia textiles sostenibles.

La importancia de la celulosa como componente principal del bambú para fines textiles, destacada por Waite [16], encuentra respaldo en los estudios experimentales realizados por Yacelga [20] y Estrada [21], quienes demostraron la viabilidad de obtener fibras de bambú mediante métodos químicos como el tratamiento en autoclave y el proceso Kraft, respectivamente. Estos hallazgos teóricos se correlacionan directamente con los resultados presentados por Fuentes, Moreno, Peña, et al. [35], quienes identificaron en Perú condiciones óptimas para la obtención de fibra de bambú, destacando la abundante disponibilidad de materia prima y su adaptabilidad a diversos suelos y climas. Además, la elección del método Kraft como técnica de extracción en el estudio aplicado confirma la pertinencia del análisis teórico previo, evidenciando la compatibilidad entre las propiedades intrínsecas del bambú y los procesos de separación de celulosa propuestos. La aceptación del 97% en el mercado de prendas deportivas fabricadas a partir de fibra de bambú refuerza la viabilidad comercial de

esta iniciativa, lo cual, sumado a la fundamentación científica sobre los métodos de obtención.

Los resultados obtenidos en la evaluación económica-financiera del proyecto, con un VAN de S/4 900 943,63, una TIR del 55% y un índice B/C de 1,52, demuestran su clara viabilidad económica, superando ampliamente la TMAR estimada en 4,93%, lo cual indica que por cada sol invertido se genera un retorno neto de S/0,52. Estos indicadores se alinean con el análisis teórico desarrollado por Álvaro-Gracia Heredero en 2020 [25], quien, al evaluar un modelo de negocio sostenible basado en fibras naturales, concluyó que tales iniciativas pueden ser altamente rentables incluso bajo escenarios conservadores, como lo reflejan un VAN positivo de 215 764,06 €, una TIR del 58% y un período de recuperación inferior a tres años y medio. La coherencia entre ambos enfoques, teórico y aplicado, sugiere que los modelos de negocio orientados a la sostenibilidad no solo responden a demandas sociales y ambientales emergentes, sino que también se configuran como propuestas financieramente sólidas, donde el uso de herramientas como el VAN, la TIR y el B/C permiten validar objetivamente su rentabilidad y sustentar decisiones estratégicas de inversión.

VII. Conclusiones

La instalación de una planta productora de hilados a partir de la fibra de bambú para su exportación es un proyecto viable de manera comercial, tecnológica y económica según la metodología empleada para cada objetivo de la investigación.

El estudio de mercado identificó el país objetivo para la comercialización del producto tras un análisis de factores macroeconómicos clave. Entre estos factores se encuentran las importaciones, el PBI y el balance comercial. Este último factor resultó ser determinante en la elección, ya que, a pesar de mostrar un valor negativo, indica que el país seguirá importando para cubrir su demanda interna o externa. Asimismo, es importante mencionar que a pesar de la crisis causada por el COVID-19, Francia aún se posiciona como un mercado relevante, con capacidad de adaptación, alcanzando el cuarto puesto en importación de materias textiles [4] [5].

También, cabe destacar que la producción nacional de algodón cardado experimentó una notable disminución de 340 a 183 toneladas entre 2019 y 2023. Además, de la progresiva

recuperación de la demanda de Francia después del COVID-19, muestra la solidez de su mercado y es un indicador positivo como destino de la fibra de bambú.

Asimismo, se establece que la planta para la obtención de hilados de bambú estará ubicada en la provincia de Chiclayo, a partir de los resultados que arrojaron el análisis de la macro y micro localización junto con la confrontación de factores ponderados, en donde se consideró aspectos sociales, además de factores que determinan la localización como la disponibilidad de mano de obra, cercanía de materias primas, volúmenes de producción, factores climáticos, energía eléctrica, suministro de agua y condiciones de acceso. El proceso productivo que se tuvo en cuenta fue el método Kraft, en base a la investigación de Hincapié [36], y de esta manera optar por la maquinaria correspondiente, que con sus especificaciones se pudo realizar la distribución de planta utilizando el método de Guerchet para el área de producción principalmente y para las áreas administrativas se empleó normas técnicas peruanas vigentes.

De acuerdo con la investigación de Hincapié, se requieren 4.355,74 kg de troncos de bambú para producir una tonelada de hilo. Adicionalmente, Wei [38] estima una producción de 17 toneladas por hectárea, aunque esta cantidad puede variar en función de factores climáticos, edáficos y otros; lo que significa que para la presente investigación se necesitan 14,4ha de cultivo de bambú para satisfacer la demanda

Finalmente, el proyecto requiere una inversión inicial de S/4 040 711 la cual el 46% va a esta financiado por el banco Banbif con una tasa de interés anual de 9,31% a cinco años de financiamiento. Así mismo, para la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR), se obtuvo un resultado de 14.70%, teniendo en cuenta una inflación promedio de 4,93% de los últimos cinco años. Finalmente, como resultado de la evaluación económica-financiera, se obtuvo un TIR de 55% y un VAN de S/4 900 943,63, lo que significa que el proyecto es viable y rentable.

VIII. Recomendaciones

Se aconseja investigar acerca distintos métodos de extracción de hilados a partir del bambú, de entre los cuales se resalta el método mecánico o Lyocell, el cual su principal ventaja es la poca emisión de efluentes en su proceso.

La implementación de la automatización en todos los procesos es fundamental para mantenerse a la vanguardia de la Industria 4.0, un tema por el cual se recomienda investigar para optimizar la eficiencia, la productividad y la competitividad de una empresa.

También, en un futuro evaluar el mercado con datos de una propia partida arancelaria, que para el momento de la investigación los hilados a partir de fibra de bambú no poseen un registro como tal.

Finalmente, es de importancia realizar un estudio con los diferentes productos acabados que se puede obtener de la fibra de bambú, como lo son las prendas de vestir y los instrumentos-maquinarías para su proceso.

IX. Referencias

[1] Minagri, «Plan Nacional de Promosión de Bambú 2008 - 2020,» Lima, 2008.

[2] Ministerio de agricultura, «Plan Nacional de Promoción del Bambú 2008 - 2020,» Lima, 2008.

[3] CIEN, «Panorama del Comercio Internacional y Nacional de Hilados de Fibras Naturales,» Lima, 2023.

[4] G. García, «Textiles Panamericanos,» 22 Febrero 2023. [En línea]. Available: https://textilespanamericanos.com/textiles-panamericanos/2023/02/francia-industria-textil-se-recupera-de-la-pandemia/. [Último acceso: 15 Octubre 2024].

[5] OEC, «OEC,» [En línea]. Available: https://oec.world/es/profile/bilateral-product/textiles/reporter/fra. [Último acceso: 15 Octubre 2024].

[6] R. Thenmozhi y C. Francis, «Development of Ikkat Fabric by Using Bamboo Yarn,» *Proceedings International,* pp. 36-38, 2018.

[7] SERFOR, «Estrategia Nacional para el Desarrollo de Bambú (PROBAMBÚ) 2022-2025,» SERFOR, Lima, 2022.

[8] Municipalidad de Echarati, «Municipalidad de Echarati,» 25 Octubre 2019. [En línea]. Available: https://www.muniecharati.gob.pe/2019/10/25/aprovechamiento-productivo-del-bambu-en-el-distrito-de-la-florida-en-cajamarca/. [Último acceso: 28 Junio 2020].

[9] R. Mather y R. Wardman, Royal Society Of Chemistry, Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2016.

[10] J. Morán Ubidia, «Construir Con Bambú Manual De Construcción,» INBAR, Guayaquil, 2015.

[11] Ministerio del Ambiente del Perú, «Bambú: nuevas experiencias del uso de la bambú,» Ministerio del Ambiente del Perú, Lima, 2021.

[12] Y. M. López Cuadra, R. Mori Zavaleta, B. Carril- Verastegui, Y. L. Carrasco Vega, M. Y. Cunias Rodríguez y J. C. Alvarado Ibáñez, «Aspectos socioeconómicos y ambientales del cultivo de bambú en el distrito de Imaza, Amazonas,» *Scielo,* pp. 10-20, 2023.

[13] J. Y. Ching Chiy, I. P. Zambrano Farías, J. d. C. Ávila Beneras y R. A. Rodriguez, «El bambú (Guadua Angustifolia Kunth) como medio de absorción de Co2 en Guayaquil,» *Espirales,* vol. 2, nº 18, pp. 35-44, 2018.

[14] KPMG España, « La transformación sostenible del sector textil,» KPMG España, Madrid, 2021.

[15] W. Yu, Q. Li, J. Liu, Z. Lv y G. Xing, «Progreso de Investigacion de Fibra de Bambú,» *World Bamboo And Rattan,* pp. 30-35, 2011.

[16] M. Waite, "Sustainable Textiles: the Role of Bamboo and a Comparison of Bamboo Textile Properties," *Journa of Textile and Apparel, Technology and Management,* vol. VI, no. 2, pp. 1-21, 2009.

[17] Lyocell, «Lyocell,» [En línea]. Available: https://lyocell.info/es/. [Último acceso: 2020 Junio 23].

[18] TENCEL, «Tencel,» [En línea]. Available: https://www.tencel.com/es/about. [Último acceso: 23 Junio 2020].

[19] S. Sui y R. Li, «Estudio Sobre la Estructura y Propiedades de la Fibra de Bambú,» *Revista Textil,* vol. 24, nº 6, pp. 27-28.

[20] G. Yacelga, «Obtencion de Base de Celulosa a Partir del Bambú Para Utilizarla como Materia Prima en la Fabricación de Fibra Textil,» *FICA,* vol. I, nº 1, pp. 1-7, 2018.

[21] M. Estrada, F. Ramirez, A. Maldonado y J. Correal, «Caracterizacion Mecanica de las Fibras del Bambú Colombiano, Guadua angustifolia,» *Research Gate,* pp. 1-10, 2010.

[22] B. Fei, «Accelerate the Development of Bamboo Industry with New Ideas,» *World Bamboo and Rattan,* vol. 17, nº 2, 2019.

[23] G. Flores, «Análisis Del Proceso Para La Obtención De Fibra,» *FICA,* vol. 1, nº 1, pp. 1-10, 2018.

[24] L. J. Quintero Giraldo, L. J. Cruz Riaño, J. A. García Guzmán, A. Alcaraz Zapata, E. d. S. González Castrillón y J. A. Osorio Saraz, «Incidencia del tratamiento de mercerización en las propiedades mecánicas de haces de fibras de bambú "Guadua Angustifolia Kunth" de origen colombiano,» *DYNA,* pp. 156-163, 2019.

[25] C. Álvaro-Gracia Heredero, «Plan de Negocio y Estudio de Viabilidad de un Empresa de Ropa Sostenible: Modeco,» Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2020.

[26] Trade Map, «Trade Map Org,» 2021. [En línea]. Available: https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=3%7c%7c%7c%7c%7c5203%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1. [Último acceso: 28 09 2022].

[27] F. Corrillo Machicado y M. Gutiérrez Quiroga , «Estudio de localización de un proyecto,» *Academia,* vol. 7, nº 11, pp. 29-33, 2016.

[28] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «El Peruano,» [En línea]. Available: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366528/35%20A.010%20CONDICIONES%20GENERALES%20DE%20DISE%C3%91O%20-%20RM%20N%C2%B0%20191-2021-VIVIENDA.pdf. [Último acceso: 28 09 2022].

[29] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Plataforma digital única del Estado Peruano,» [En línea]. Available: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366578/40%20A.060%20INDUSTRIA.pdf. [Último acceso: 09 28 2022].

[30] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Plataforma digital única del Estado Peruano,» [En línea]. Available: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366617/42%20A.080%20OFICINAS.pdf. [Último acceso: 09 28 2022].

[31] J. G. Altuve, «El uso del valor actual neto y la tasa interna de retorno para la valoración de las decisiones de inversión,» *Actualidad Contable Faces,* vol. 7, nº 9, pp. 7-17, 2004.

[32] Banco Central de Reserva del Perú, «bcrp,» [En línea]. Available: https://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/sala-economia/lecturas/sector-externo/lectura-se-balanza-comercial.pdf. [Último acceso: 19 Junio 2024].

[33] Mordor Intelligence, «Industry Reports: Mordor Intelligence,» 2024. [En línea]. Available: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/france-home-textile-market/market-size. [Último acceso: 19 Junio 2024].

[34] A. Rathod y A. Kolhatkar, «Analysis of Physical Characteristics of Bamboo,» *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology,* vol. III, nº 8, pp. 21-25, 2014.

[35] I. K. Fuentes Guija, M. L. Moreno Figueroa, C. L. Peña Trigoso y L. Y. Tarazona Valenzuela, «El bambú, innovación en el sector textil peruano,» Lima, 2016.

[36] P. J. Hincapié Murillo, «Propuesta De Diseño Diseño De Proceso Para La Formación De Una Geored A Partir De Fibra Natural De Bambú (Guadua Angustifolia) Como Refuerzo De Un Geotextil Para,» Bogotá, 2021.

[37] BCRP, «Inflación, deflación e hiperinflación,» [En línea]. Available: https://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/sala-economia/008-inflacion.pdf.

[38] W. Jin, «Linkedin,» 10 Enero 2020. [En línea]. Available: https://www.linkedin.com/pulse/how-many-labors-needed-10-hectare-bamboo-jin-wei. [Último acceso: 19 Junio 2024].

[39] Instituto Peruano del Algodón, «Origen y Mejoramiento Genético de las Variedades de Algodón Pima IPA,» 2024.

[40] M. R. Mete, «Valor Actual Neto Y Tasa de Retorno: Su Utilidad Como Herramienta Para El Análisis Y Evaluación De Proyectos De Inversión,» *Fides Et Ratio,* vol. 7, pp. 67 - 85, 2014.

[41] V. Timaná Chorres, «Serfor,» [En línea]. Available: https://www.serfor.gob.pe/portal/historias_bosque/crece-la-produccion-de-bambu-en-piura. [Último acceso: 12 10 2022].

[42] M. Arroyo Ulloa y J. Torres Benavides, Apuntes de Estudio: Organización de Plantas Industriales, Chiclayo: USAT, 2012.

[43] País Circular, «País Circular,» 28 12 2021. [En línea]. Available: https://www.paiscircular.cl/consumo-y-produccion/fibra-textil-forestal-la-nueva-tendencia-en-ropa-y-accesorios-de-moda/. [Último acceso: 13 10 2022].

[44] A. L. Jimenez Rosales y T. R. Riojas Chavez, «Estudio de Prefactibilidad y la Comercialización para la confección de prendas para bebés de fibra de bambú en la Zona 7 de Lima Metropolitana, 2020,» Lima, 2020.

[45] E. Ceccon y P. Gómez-Ruiz, «Las funciones ecológicas de los bambúes en la recuperación de servicios ambientales y en la restauración productiva de ecosistemas,» *Biología Tropical,* vol. 67, nº 4, pp. 679-69, 2019.

X. Anexos

Anexo 1. Comparación de los factores entre los principales mercados

Factores	Estados Unidos	Vietnam	Taipéi Chino	Francia
Cantidad importada	Importó 286 toneladas en el 2023	Importó 42 862 toneladas en el 2023,	Importó 10 848 toneladas en el 2023	Importó 4 085 toneladas en el 2023
Balance comercial	Presentó un saldo comercial de -824 280 millones de €,	Presentó un saldo comercial de 9 263,1 millones de €,	Presentó un saldo comercial de 38 819,1 millones de €,	Presentó un saldo comercial de 110 305,7 millones de euros
Barrera arancelaria	Para importaciones de Perú tiene 0% de aranceles	-	Posee arancel del 1.5% para hilados de fibra de bambú	Para importaciones desde Perú tiene 0% de aranceles
Indicadores económicos	Tiene un PBI de 21.374 billones de dólares	Tiene un PBI de 261.921 billones de dólares	Tiene un PBI de 586.104 billones de dólares	Tiene un PBI de 2.110 mil millones de euros
Ranking para hacer negocios	En el año 2019 se ubicó en el 6to puesto	En el año 2019 se ubicó en el 70vo puesto	En el año 2019 se ubicó en el 15vo puesto	En el año 2019 se ubicó en el 32 puesto

Fuente: Elaboración propia en base a Trade Map [26]

Anexo 2. Criterios para la selección de mercado

Factores	Peso (%)	Vietnam		Taipéi chino		Francia		Estados Unidos de América	
		Criterio	%	Criterio	%	Criterio	%	Criterio	%
Importaciones	18,2%	7	1,27	7	1,27	6	1,09	5	0,91
Barreras arancelarias	18,2%	4	0,73	4	0,73	8	1,45	8	1,45
Balanza comercial	27,3%	4	1,09	4	1,09	7	1,91	7	1,91
Estabilidad económica	18,2%	7	1,27	7	1,27	5	0,91	5	0,91
Ranking para negocios	18,2%	3	0,55	4	0,73	8	1,45	8	1,45
Total	100		4,91		5,09		6,82		6,64

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Balance comercial para la partida arancelaria 12.03.00

Año	Balance comercial
2019	-11 974
2020	-21 028
2021	-12 431
2022	-16 785
2023	-16 461

Fuente: Trade Map

Anexo 4. Precio histórico y proyección del Algodón Cardado o Peinado

Data histórica		Proyección	
Año	Precio ($/t)	Año	Precio ($/t)
2019	2 615	2025	4 843
2020	1 981	2026	5 305
2021	2 845	2027	5 767
2022	3 240	2028	6 229
2023	4 295	2029	6 690

Fuente: Trade Map

Anexo 5. Datos histórico y proyección de la oferta de algodón cardado o peinado de Perú

Data histórica		Proyección	
Año	Toneladas	Año	Toneladas
2019	771	2022	959
2020	1 049	2023	811
2021	680	2024	664
2022	523	2025	516
2023	296	2026	369

Fuente: Trade Map

Anexo 6. Propiedades de la fibra de bambú y algodón

Propiedades	Fibra de bambú	Fibra de algodón	Algodón IPA 59
Fuerza (gm/tex)	34,3	35,6	40 - 50
Alargamiento (%)	16	5,3	5
Índice de fibra corta	5,58	9,35	-
Índice de uniformidad (%)	92,7	80,8	85 - 86
UHML (mm)	38,745	29,539	-
ML (mm)	35,62	24,259	35
Humedad (%)	6,5	7,5	-
Micronaire	4	4	4 – 4,5

Fuente: Elaboración propia en base a Rathod y Kolhatkar [34] e IPA [39]

Anexo 7. Análisis de los factores de Macro localización

Factores	Lambayeque	Piura
Disponibilidad de materia prima	A 76 km del poblado más grande y 113 km desde Chiclayo	Desde Piura capital, la zona productora más cercana se encuentra a 96 km
Volúmenes de producción	No cuenta	209 hectáreas sembradas
Condiciones acceso	Cuenta con el 21% de sus vías pavimentadas	Cuenta con el 22% de sus vías pavimentadas
Disponibilidad de mano de obra	Tuvo una PEA de 676 mil 500 personas en 2018	Tuvo una PEA de 974 mil 700 personas en 2018
Costo de transporte	Es más cercano a la materia prima, pero más lejano al puerto de embarque	Es más lejano hacia las fuentes de materia prima, pero más cercano al puerto de embarque
Suministro de agua	Cuenta con una producción de 13 706 611,4 m^3 de agua potable	Cuenta con una producción de 20 236 m^3 de agua potable
Suministro de energía eléctrica	Cuenta con una producción de 64 GWh y una capacidad de 467 MW	Cuenta con una producción de 1 430 GWh y una capacidad de 569 MW
Factor climático	Las temperaturas varían entre los 31°C y 14°C	Posee una temperatura promedio anual de 24°C

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Evaluación de alternativa según los criterios de micro-localización

Factores	Peso (%)	Chiclayo		Lambayeque	
		Criterio	%	Criterio	%
Disponibilidad de materia prima	21,05	9	1,89	5	1,05
Disponibilidad de mano de obra	21,05	8	1,68	7	1,74
Disponibilidad de terreno	21,05	7	1,74	7	1,74
Vías de comunicación	21,05	8	1,68	8	1,68
Disponibilidad de agua	15,79	8	0,13	8	0,13
Total			7,12		6,34

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Requerimiento de trabajadores

Puesto	Cantidad
Gerente general	1
Jefe de producción	1
Jefe de ventas	1
Jefe de finanzas	1
Jefe de logística	1
Jefe de mantenimiento	1
Personal para calidad	2
Operarios	10
Contabilidad	1
Administración	1

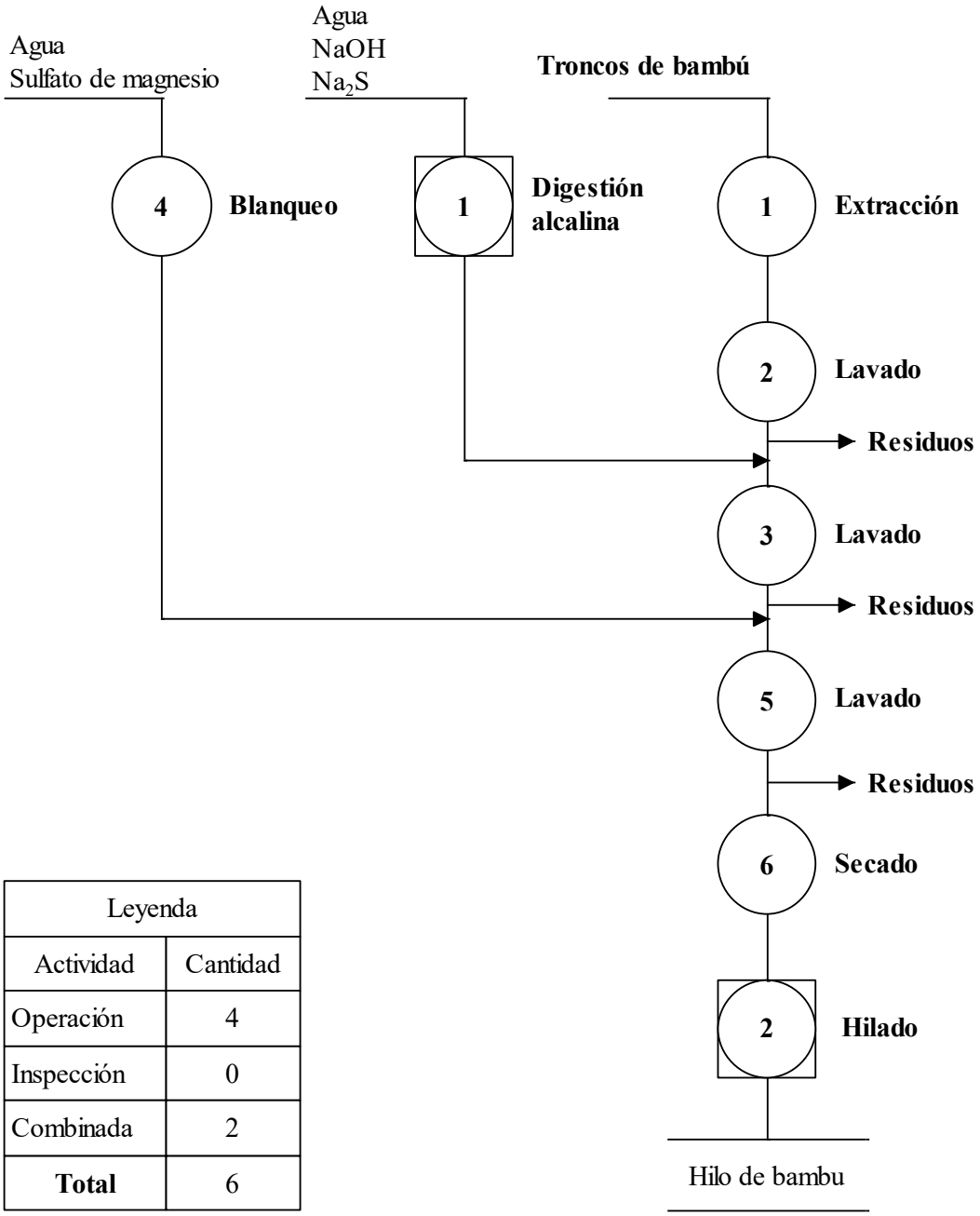
Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Requerimiento de materiales

Insumos (kilogramos)					
Items	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Bambú	1 291.09	1 338,43	1 385,77	1 433,11	1 480,45
Agua	2 425.49	2 514,42	2 603,35	2 692,29	2 781,22
Hidróxido de sodio	180,54	187,16	193,78	200,40	207,02
Sulfato de magnesio	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sulfuro de sodio	2,05	2,12	2,20	2,27	2,35
Total	**2 608,08**	**2 703,71**	**2 799,34**	**2 894,96**	**2 990,59**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Diagrama de operaciones



Leyenda	
Actividad	Cantidad
Operación	4
Inspección	0
Combinada	2
Total	6

Fuente: Elaboración propia en base a Hincapié [36]

Anexo 12. Maquinaria y auxiliares

<table>
<tr><th>Equipo</th><th>Especificaciones</th></tr>
<tr><td>
</td><td>Nombre: Extractor de fibra
Marca: Weijin
Modelo: ZGM-4401
Capacidad: 4 50-700 kg/h
Dimensiones:
3100*1250*1310mm
Precio: $ 10 000</td></tr>
<tr><td colspan="2">Este equipo fue elegido por su elevada capacidad operativa, que excede el requerimiento mínimo del proceso (162,75 kg/h), permitiendo operar con holgura o procesar lotes mayores en menos tiempo. El modelo ZGM-4401 de Weijin es especializado para fibras vegetales como kenaf, cáñamo o bambú, y emplea un sistema de rodillos dentados que separa eficazmente la fibra sin triturarla excesivamente, lo cual es esencial para mantener su resistencia a la tracción, especialmente importante cuando el corte es longitudinal.</td></tr>
<tr><td> </td><td>Nombre: Lavador
Marca: MG
Modelo: GX 300
Capacidad: 300kg/h
Dimensiones:
2300*1400*1850mm
Precio: $ 5 000</td></tr>
<tr><td colspan="2">El lavador GX 300 fue seleccionado por su capacidad equilibrada frente al extractor y al digestor. Su tambor rotativo facilita el lavado mecánico de fibras vegetales largas, eliminando impurezas como polvo, lignina residual o restos del culmo. Este equipo asegura un flujo continuo sin dañar las fibras y es común en plantas piloto o de pequeña escala textil.</td></tr>
</table>

	Nombre: Digestor esférico **Marca:** Aotian **Modelo:** AT **Capacidad:** 750 l/h **Dimensiones:** 4570x7530mm **Precio:** $ 50 000
El digestor esférico AT de Aotian ofrece un volumen suficiente para trabajar de forma continua en paralelo con los equipos anteriores. Su diseño cerrado con control de presión y temperatura permite realizar digestiones alcalinas controladas (NaOH o Na_2S), necesarias para separar la lignina sin dañar las celulosas de la fibra. El equipo es comúnmente utilizado en procesos de preparación de pulpa no leñosa (como bagazo y bambú).	
	Nombre: Blanqueador de pulpa **Marca:** Sunsky **Modelo:** OH-300-3 **Capacidad:** 900kg **Dimensiones:** 7100*5400*3400mm **Precio:** $ 80 000
Este blanqueador fue elegido por su gran capacidad de carga por lote, adecuada para tratar en masa fibras ya preprocesadas. Utiliza peróxidos o agentes como $MgSO_4$ bajo condiciones controladas, lo que asegura un blanqueo sin degradar la estructura celulósica. El modelo OH-300-3 es recomendado en líneas de producción de papel o textiles sostenibles por su eficiencia química y bajo impacto Ambiental.	

	Nombre: Secador de radiofrecuencia **Marca:** Stalam **Modelo:** 85 kW + 1-2 HA **Capacidad:** 200 – 300 kg/h **Dimensiones:** 13,5*2,4*3,3m **Precio:** $ 13 000
Stalam es líder en secado por radiofrecuencia, tecnología que permite una deshidratación uniforme de fibras sin afectar sus propiedades mecánicas. A diferencia del secado convencional, la radiofrecuencia penetra la masa fibrosa y reduce el tiempo de exposición al calor. La capacidad de este modelo supera ligeramente el objetivo por hora, lo cual permite trabajar con márgenes de seguridad y evita cuellos de botella.	
	Nombre: Mezclador **Marca:** QZ Modelo: **Capacidad:** 1 000 litros **Dimensiones:** 1 000 mm Ø **Precio:** $18 000
El mezclador de 1 000 litros es una etapa clave si se desea homogeneizar las fibras antes del hilado o realizar un acondicionamiento con suavizantes, tensioactivos u otros aditivos. Su gran volumen permite trabajar por lotes de varias horas de producción, lo que reduce la necesidad de limpieza frecuente o paradas por recarga. Es adecuado para fibras vegetales por su sistema de agitación suave.	

	Nombre: Hilador **Marca:** Saurer **Modelo:** Zinser 351 **Capacidad:** 250 kg/h **Dimensiones:** 12000*1380*2300 mm **Precio:** $ 12 000
El modelo Zinser 351 de Saurer es reconocido en la industria textil por su capacidad para procesar fibras cortas vegetales como el bambú. Su sistema de hilado por anillos (ring spinning) permite obtener hilados finos y resistentes, aptos para telas de uso comercial. La capacidad supera con holgura el objetivo de 162,75 kg/h, permitiendo operar turnos más cortos o asumir expansión de producción futura sin modificar el equipo.	
	Caudal máximo: hasta 800 m³/h **Presión máxima:** 25 bar **Altura máxima de elevación:** 150 m.c.a. **Temperatura de trabajo:** de -20°C a 150°C **Normativas:** cumple con EN 22858 – ISO 2858
La elección de la bomba BQP se basa en su capacidad para manejar grandes volúmenes de fluidos corrosivos a temperaturas elevadas, características comunes en los procesos de digestión y blanqueo de fibras de bambú. Su diseño conforme a normas internacionales asegura una integración eficiente en sistemas industriales existentes y facilita el mantenimiento y la sustitución de componentes.	

	Capacidad: 25,000 litros **Material:** Polietileno de alta densidad 100% virgen
La elección de este tanque se basa en su alta capacidad de almacenamiento, adecuada para procesos industriales de gran escala como la producción de hilados de bambú. Su resistencia a una amplia gama de sustancias químicas lo hace ideal para contener soluciones utilizadas en las etapas de digestión y blanqueo. Además, su diseño robusto y características de seguridad garantizan la integridad del producto almacenado y la eficiencia operativa del proceso.	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Capacidad de máquinas

Maquinaria	Capacidad de diseño (t/h)	Paradas Programadas	Capacidad efectiva (t/h)	Paradas no Programadas	Capacidad Real (t/h)	Jornada diaria (8 h/día)	Días laborables (300 días/año)
Extractor de fibra	0,3	0,075	0,225	0,045	0,18	1,44	432
Lavador	0,3	0,075	0,225	0,045	0,18	1,44	432
Digesto esférico	0,75	0.1875	0,5625	0,1125	0,45	3.6	1 080
Blanqueador de pulpa	0,9	0,225	0,675	0,135	0,54	4,32	1 296
Secador de tambor rotatorio	5	1,25	3,75	0,75	3	24	7 200
Mezclador	1	0,25	0,75	0.15	0,6	4,8	1 440
Hilador	0,25	0,0625	0,1875	0,0375	0,15	1,2	360

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Requerimiento de maquinaria

Año	1	2	3	4	5
Demanda	296	307	318	329	340
Extractor de fibra	1	1	1	1	1
Lavador	1	1	1	1	1
Digesto esférico	1	1	1	1	1
Blanqueador de pulpa	1	1	1	1	1
Secador de tambor rotatorio	1	1	1	1	1
Mezclador	1	1	1	1	1
Hilador	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Guerchet del área de Producción

		L	A	H	N	n	(Ss)	(Sg)	Se	ST
Elementos estáticos	Extractor de fibra	3,1	1,25	1,31	2	1	3,875	7,75	2,88	14,50
	Lavador	2,3	1,4	1,85	1	4	3,22	3,22	1,59	32,14
	Digesto esférico	4,57	4,57	7,53	1	2	20,8849	20,8849	10,34	104,21
	Blanqueador de pulpa	7,1	5,4	3,4	1	2	38,34	38,34	18,98	191,31
	Secador de tambor rotatorio	2,4	24	2,3	1	1	57,6	57,6	28,51	143,71
	Mezclador	1	1	1,3	1	1	1	1	0,49	2,49
	Hilador	12	1,38	2,3	2	4	16,56	33,12	12,29	247,90
Elementos móviles	Operarios	-	-	1,7	-	10	0,5	-		
	Carretillas	0,734	0,854	1,68	-	3	0,63	-		
Área Total (m^2)										737 m^2

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Guerchet del área de Mantenimiento

		Dimensiones (m)										
		L	A	H	N	n	Se	Sg	Se*n*h	Se*n	Sc	Área
Elementos estáticos	Escritorio	1,2	0,4	1,15	1	5	0,48	0,48	2,76	2,40	0,48	1,44
	Estante	0,9	0,45	1,8	1	2	0,41	0,41	1,46	0,81	0,40	1,21
	Mesa	1,8	0,9	0,9	1	1	1,62	1,62	1,46	1,62	1,61	4,85
Elementos móviles	Operarios			1,7		1	0,50	0,00	0,85	0,50	0,25	0,75
	Sillas administrativas	0,55	0,50	0,84	4	3	0,27	1,08	0,68	0,81	0,67	2,02
								Área Total (m^2)				**10**

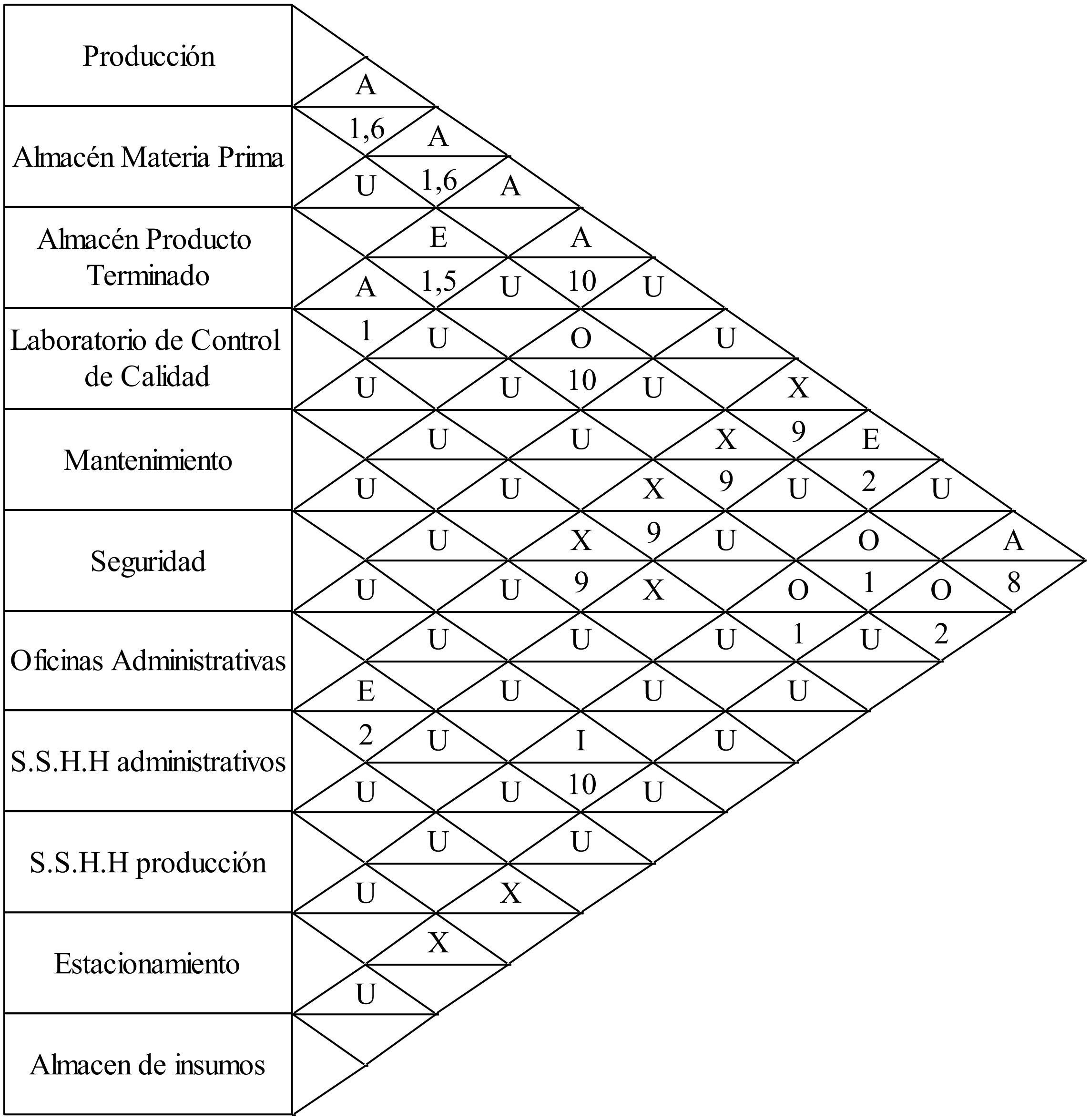
Fuente: Elaboración propia

Anexo 17. Guerchet del área de Seguridad

		Dimensiones (m)										
		L	A	H	N	n	Se	Sg	Se*n*h	Se*n	Sc	Área
Elementos estáticos	Escritorio	1,2	0,4	1,15	1	1	0,48	0,48	0,55	0,48	0,46	1,42
	Estante	0,9	0,45	1,8	1	1	0,41	0,41	0,73	0,41	0,39	1,20
Elementos móviles	Personal de seguridad			1,7		1	0,50	0,00	0,85	0,50	0,24	0,74
	Sillas administrativas	0,55	0,50	0,84	1	1	0,27	0,27	0,23	0,27	0,21	0,75
Área Total (m^2)												**4.1**

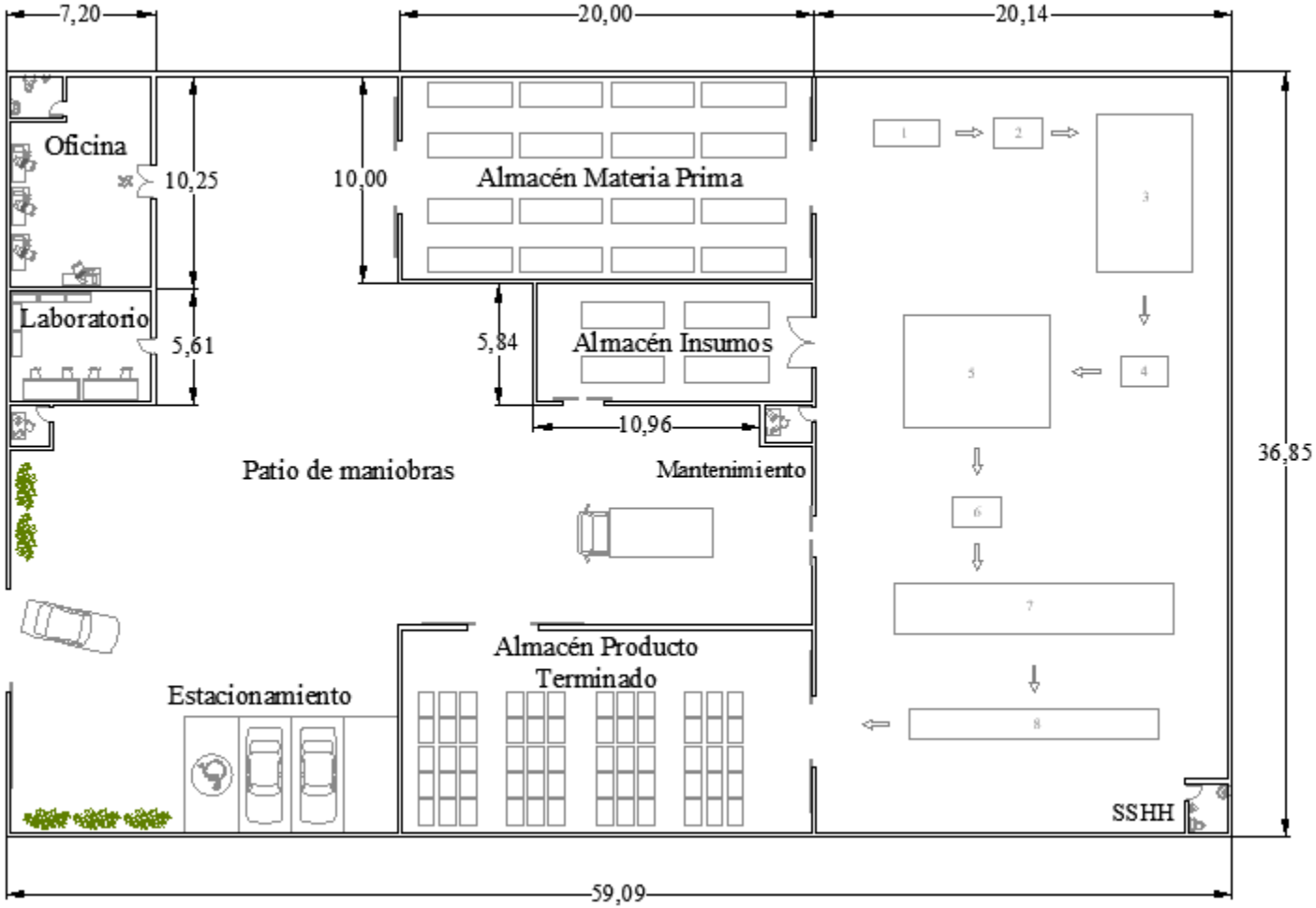
Fuente: Elaboración propia

Anexo 18. Relación de actividades de las áreas de la planta



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 19. Plano



Fuente: Elaboración propia

Anexo 20. Inversión - terreno

Terreno				
Items	Cantidad (m^2)	Precio (US$)	Total (US$)	Total (S/)
Terreno	10 000	15	150 000	562 500
Total				**S/ 562 500**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 21. Inversión – maquinaria

Máquinas				
Items	Cantidad	Precio ($)	Total ($)	Total (S/)
Extractor de fibra	1	14 000	14 000	52 500
Lavador	1	11 000	11 000	41 250
Digestor esférico	1	51 000	51 000	191 250
Blanqueador de pulpa	1	80 000	80 000	300 000
Secador de tambor rotatorio	1	15 000	15 000	56 250
Mezclador	1	18 000	18 000	67 500
Hilador	1	15 000	15 000	56 250
	Total			**S/ 765 000**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22. Inversión – equipos auxiliares

Equipos Auxiliares				
Items	Cantidad	Precio ($)	Total ($)	Total (S/)
Bomba Centrífuga	2	1 290	2 580	9 675
Tanques De Almacenamiento	4	200	800	3 000
	Total			**12 675**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 23. Inversión – construcción industrial

Área	Área de producción	S.S.H.H producción	Almacén de materia prima	Almacén producto terminado	Almacén de insumos	Total (S/)
Cantidad (m^2)	737	5	200	200	80	
Muros y Columnas	552 750	1 543,08	4 629,24	4 629,24	2 057,44	
Techos	147 400	1 562,10	62 484	62 484	24 992,80	
Pisos	73 700	480,05	19 202	19 202	7 680,80	
Puertas / Ventanas	-	416,50	-	-	6 664	
Revestimiento	147 400	845,55	-	-	13 528,80	
S.S.H.H	-	142,85	-	-	-	
Instalación Eléctrica	61 679,53	418,45	16 738	16 738	6 695,20	
Instalación de Tubería	187 500	-	-	-	-	
Total	1 171 166,53	5 408,58	103 053,24	103 053,24	61 619,04	**S/1 444 301**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 24. Inversión – construcciones administrativas

Área	Cantidad (m^2)	Muros Y Columnas	Techos	Pisos	Puertas / Ventanas	Revestimiento	S.S.H.H	Instalación Eléctrica	Total (S/)
Control de calidad	40	30 000	12 496,40	4 000	3 332,00	8 000	-	3 347,60	61 176
Mantenimiento	5	3 750	841,95	480,05	416,50	1 000	-	418,45	6 906,95
Oficinas administrativas	66.5	49 875	20 775,27	6 384,67	5 539,45	11 245,82	-	5 565,39	99 385,58
S.S.H.H administrativos	5	3 750	1 562,10	500	416,50	1 000	142,85	418,45	7 789,90
Puesto vigilancia	5	1 028,72	1 562,10	480,05	416,50	3 845,55	-	418,45	7 751,37
Patio de maniobras	625	-	-	3 750	-	-	-	-	3 750
				Total					**186 760**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 25. Resumen de gastos financieros

Gastos Financieros (S/)							
	Pre operativo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Préstamo	1 787 439,80						
Intereses		166 410,65	138 775,88	108 568,32	75 548,43	39 454,39	0.00
Amortizaciones		463 239,49	463 239,49	463 239,49	463 239,49	463 239,49	463 239,49
Total		629 650,14	602 015,37	571 807,81	538 787,93	502 693,89	463 239,49

Fuente: Elaboración propia

Anexo 26. Insumos

Insumos (S/)					
Ítems	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Bambú	379 733,78	393 656,79	407 579,80	421 502,81	435 425,82
Agua	6 306,28	6 537,50	6 768,72	6 999,94	7 231,16
Hidróxido de sodio	391 994,40	406 366,95	420 739,50	435 112,04	449 484,59
Sulfato de magnesio	9,29	9,64	9,98	10,32	10,66
Sulfuro de sodio	4 339,90	4 499,02	4 658,14	4 817,27	4 976,39
Conos de hilado	29 405,95	30 484,13	31 562,30	32 640,48	33 718,65
Total	**811 789,61**	**841 554,03**	**871 318,44**	**901 082,85**	**930 847,27**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 27. Sueldos administrativos

Sueldos Administrativos			
Descripción	Cantidad	Sueldo	Total (S/)
Gerente general	1	7 000	7 000
Jefe de producción	1	3 000	3 000
Jefe de ventas	1	3 000	3 000
Jefe de ventas	1	3 000	3 000
Jefe de finanzas	1	3 000	3 000
Jefe de logística	1	3 000	3 000
Jefe de mantenimiento	1	3 000	3 000
Personal de calidad	1	1 500	1 500
Contabilidad	1	1 500	1 500
Administración	1	1 500	1 500
Remuneraciones (40%)			11 800
Total			**41 300**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 28. Sueldo producción

Descripción	Cantidad	Sueldo	Total (S/)
Operarios	10	1 025	10 250
Remuneraciones (40%)			4 100
Total (S/)			**14 350**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 29. Consumo eléctrico

Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)
448 974,85	411 644,96	374 315,06	336 986,16	299 655,26

Fuente: Elaboración propia

Anexo 30. Depreciación de equipos

Ítem	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Extractor	52,500	42 000	33 600	26 880	21 504
Lavador	41,250	33 000	26 400	21 120	16 896
Digestor	191,250	153 000	122 400	97 920	78 336
Blanqueador de pulpa	300,000	240 000	192 000	153 600	122 880
Secador de tambor rotatorio	56,250	45 000	36 000	28 800	23 040
Mezclador	67,500	54 000	43 200	34 560	27 648
Hilador	56,250	45 000	36 000	28 800	23 040
Total (s/)	765,000	612 000	489 600	391 680	313 344

Fuente: Elaboración propia

Anexo 31. Resumen de gastos administrativos

Gastos Administrativos (S/)					
Items	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Sueldos administrativos	41 300	42 539	43 815	45 130	46 484
Materiales y útiles de oficina	200	206	212	219	225
Consumo eléctrico	150	155	159	164	169
Internet	120	124	127	131	135
Agua	80	82	85	87	90
Total Gastos Administrativo	41 850	43 106	44 399	45 731	47 103

Fuente: Elaboración propia

Anexo 32. Gastos de comercialización

Gastos De Comercialización (S/)					
Items	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Agente aduanero	12 000	12 360	12 730,80	13 112,72	13 506,11
Transporte	84 000	86 520	89 115,60	91 789,07	94 542,74
Total Gastos Comercialización	96 000	98 880	101 846,4	104 901,79	108 048,85

Fuente: Elaboración propia

Anexo 33. Costos totales

Costos Totales (S/)					
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costos de producción					
Materiales directos	811 789,61	841 554,03	871 318,44	901 082,85	930 847,27
Mano de obra directa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gastos generales de fabricación	14 350	14 780,50	15 223,92	15 680,63	16 151,05
COSTO VARIABLE TOTAL	**552 612,84**	**2 001 990,20**	**2 072 640,62**	**2 143 317,32**	**2 214 021,09**
Gastos de operaciones	1 378 752,46	2 858 324,73	2 959 182,98	3 060 080,81	3 161 019,41
Gastos administrativos					
Gastos de comercialización	41 850	43 105,50	44 398,67	45 730,62	47 102,54
Gastos financieros	96 000	98,880	101 846,40	104 901,79	108 048,85
COSTO FIJO TOTAL	**629 650,14**	**602 015,37**	**571 807,81**	**538 787,93**	**502 693,89**
COSTOS TOTALES	767 500,14	744 000,87	718 052,88	689 420,34	657 845,28
INGRESOS TOTALES	2 146 252,60	3 602 325,60	3 677 235,85	3 749 501,15	3 818 864,68

Fuente: Elaboración propia

Anexo 34. Estado de ganancias y perdidas

Estado De Ganancias y Pérdidas (S/)					
ITEMS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos Totales	4 691 023,91	5 382 990,13	6 112,605,81	6 879 870,96	7 684 785,59
Costos De Producción	1 378 752,46	2 858 324,73	2 959 182,98	3 060 080,81	3 161 019,41
Utilidad Bruta	3 312 271,45	2 524 665,40	3 153 422,83	3 819 790,16	4 523 766,18
Gastos administrativos	41 850	43 105,50	44 398,67	45 730,62	47 102,54
Gastos de Comercialización	96 000	98 880	101 846,40	104 901,79	108 048,85
Depreciación	765 000	612 000	489 600	391 680	313 344
Utilidad operativa	2 409 421,45	1 770 679,90	2 517 577,77	3 277 477,74	4 055 270,79
Gastos de Financiamiento (intereses)	629 650,14	602 015,37	571 807,81	538 787,93	502 693,89
Utilidad antes de impuesto	1 779 771,32	1 168 664,52	1 945 769,96	2 738 689,81	3 552 576,90
Impuesto a la renta (30%)	533 931,39	350 599,36	583 730,99	821 606,94	1 065 773,07
UTILIDADES NETAS	1 245 839,92	818 065,17	1 362 038,97	1 917 082,87	2 486 803,83

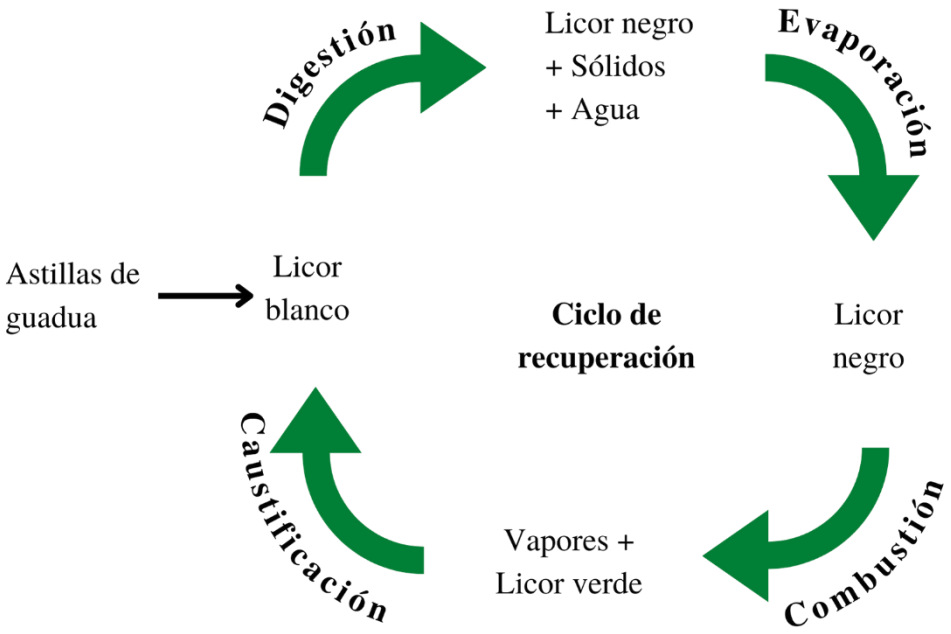
Fuente: Elaboración propia

Anexo 35. Flujo de caja

Flujo de Caja (S/)						
Items	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión						
Capital social	2 253 271,08					
Préstamos	1 787 439,80					
Total inversión	4 040 710,88					
INGRESOS		4 691 023,91	5 382 990,13	6 112 605,81	6 879 870,96	7 684 785,59
TOTAL INGRESOS		4 691 023,91	5 382 990,13	6 112 605,81	6 879 870,96	7 684 785,59
EGRESOS						
Costos Prod.		1 378 752,46	2 858 324,73	2 959 182,98	3 060 080,81	3 161 019,41
Gastos Adm.		41 850	43 105,50	44 398,67	45 730,62	47 102,54
Gastos Comer.		96 000	98 880	101 846,40	104 901,79	108 048,85
Amortización de prest.		629 650,14	602 015,37	571 807,81	538 787,93	502 693,89
Total egresos		2 146 252,60	3 602 325,60	3 677 235,85	3 749 501,15	3 818 864,68
Saldo bruto		2 544 771,32	1 780 664,52	2 435 369,96	3 130 369,81	3 865 920,90
Impuesto a la renta		763 431,39	534 199,36	730 610,99	939 110,94	1 159 776,27
Saldo		1 781 339,92	1 246 465,17	1 704 758,97	2 191 258,87	2 706 144,63
Depreciación		765 000	612 000	489 600	391 680	313 344
Saldo final	-4 040 710,88	2 546 339,92	1 858 465,17	2 194 358,97	2 582 938,87	3 019 488,63
Utilidad acumulada	-4 040 710,88	-1 494 370,96	364 094,20	2 558 453,17	5 141 392,04	8 160 880,67

Fuente: Elaboración propia

Anexo 36. Proceso de recuperación de residuos del proceso Kraft



Fuente: Estrada [21]